Ortaöğretim

BİYOLOJİ 12



DERS KİTABI

KÖK-e yayıncılık

Ortaöğretim

BİYOLOJİ

12. Sınıf

Ders Kitabı

Dr. Dilek Sultan ACARLI

Hüseyin Abdurrahman ACARLI

Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 30.11.2015 tarih ve 92 sayılı kararıyla
2016-2017 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süreyle
Ders Kitabı olarak kabul edilmiştir.



Kök-e Yayıncılık Eğitim Tic. Ltd. Şti.

İncesu Cad. No: 10/2 06670 Kolej/Ankara
Tel.: (0312) 435 04 97 • Faks: (0312) 430 26 22
e-posta: kokbilgi@kokyayincilik.com.tr

Yayıncı Sertifika No: 27782

ISBN: 978-605-65707-1-1

Editör

Prof. Dr. Haluk SORAN

Dil Uzmanı

Emel YELKENCİ SARAL

Görsel Tasarım Uzmanı

Özgür Hakan ASLAN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Ozan EREN

Program Geliştirme Uzmanı

Doç. Dr. Mehmet YILDIZLAR

Gelişim Uzmanı

Ezgi KOMAN



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

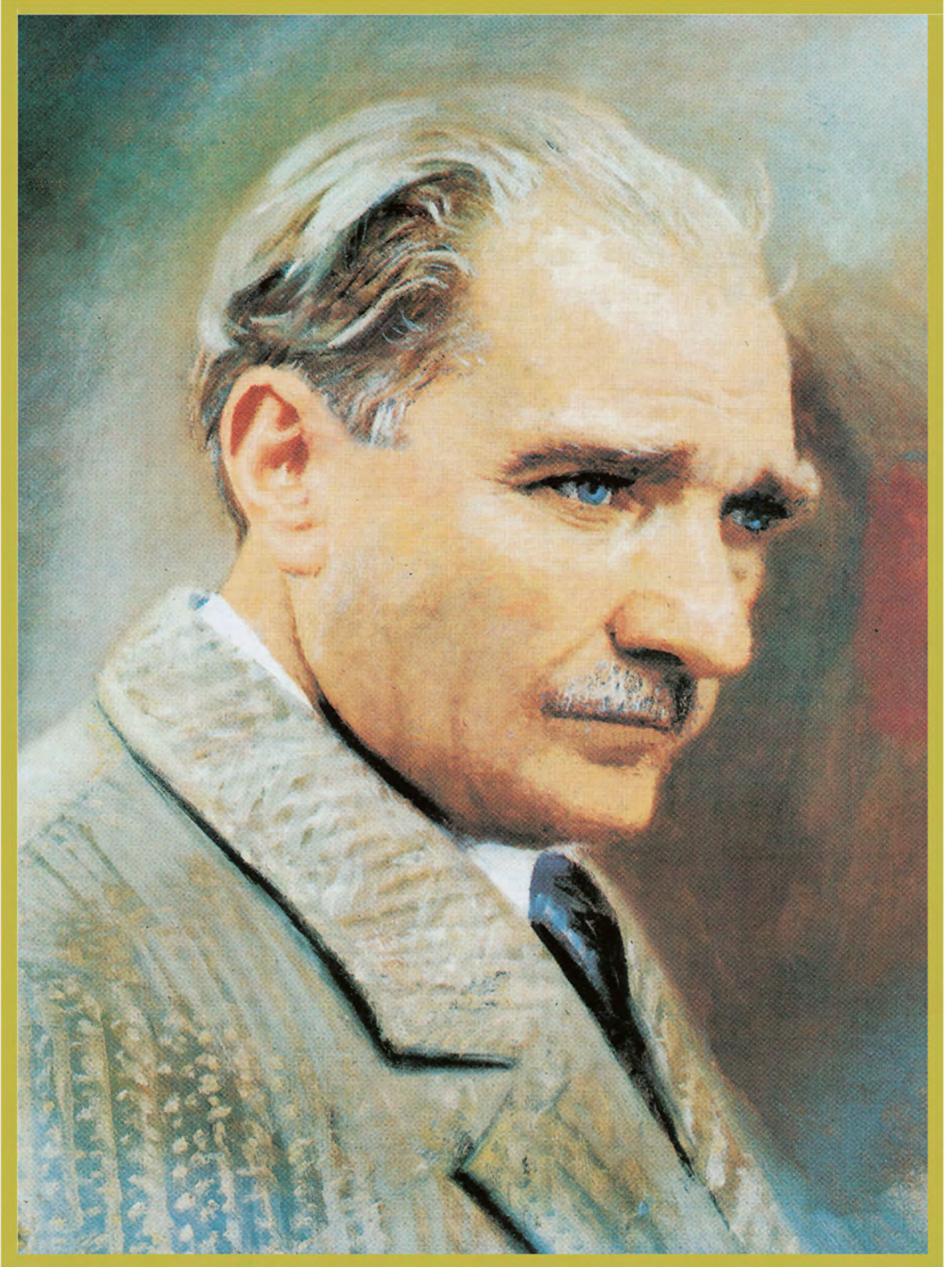
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

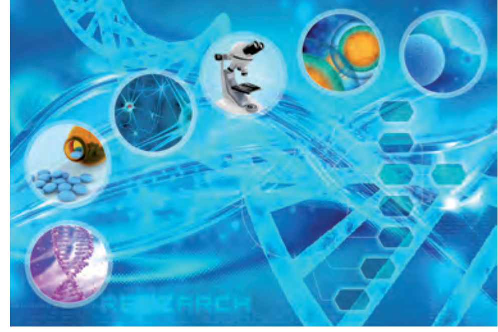
Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

I. ÜNİTE
GENDEN PROTEİNE



II. ÜNİTE

BİTKİ BİYOLOJİSİ



İÇİNDEKİLER

III. ÜNİTE

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ



IV. ÜNİTE

HAYATIN BAŞLANGICI VE EVRİM



Sevgili Öğrenciler,

Biyoloji, canlıları ve canlılarla ilgili süreçleri inceleyen bir bilim dalıdır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda diğer bilim alanlarındaki ve teknolojideki gelişmelerin de ışığında, biyolojide büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. DNA'nın gizeminin aydınlatılması, antibiyotiklerin keşfedilmesi, insanoğlunun genetik kodunun çözümlenmesi gibi pek çok gelişme, bilim ve teknolojinin sınırlarının hayal gücümüzün çok ötesinde olduğunu göstermiştir. Gelişmiş toplumların ihtiyaç duyduğu bilinçli, bilgili bireylerin yetişmesi için toplumda herkesin en azından temel düzeyde biyoloji bilgisine sahip olması ve yaşanan gelişmeleri takip edebilmesi gerekmektedir. Biyoloji dersinde edineceğiniz biyoloji bilgisi, kendinizi ve doğayı tanımanızın yanı sıra yaşamınız, doğa ve toplum açısından kritik kararlar verebilmeniz için de gereklidir. Bu kitap, günlük yaşantınızda karşılaştığınız problemlerin çözümünde ihtiyaç duyabileceğiniz biyoloji bilgisini kazanmanız hedeflenerek hazırlanmıştır. Biyoloji konuları, bu hedef doğrultusunda bilim, toplum ve teknolojiyle ilişkilendirilerek ve günlük yaşantınızda kullanabileceğiniz bilgilerle desteklenerek anlatılmıştır.

Kitapta dört ünite yer almaktadır. "Genden Proteine" ünitesinde nükleik asitlerin keşfiyle başlayan gelişmeler ele alınmış, genetik şifre ve protein sentezi detaylı bir şekilde anlatılmıştır. "Bitki Biyolojisi" ünitesinde bitkilerin yapısı tanıtılmış; bitkilerde su ve besin maddelerinin taşınması, büyüme, gelişme ve üreme gibi olayların nasıl gerçekleştiği anlatılmıştır. "Komünite ve Popülasyon Ekolojisi" ünitesinde komünite ve popülasyon kavramları tanıtılmış, bir arada yaşayan canlıların birbirleriyle ilişkileri ele alınmış ve çevreleriyle veya diğer canlılarla ilişkilerinin bozulması sonucunda nesli tükenen ya da tükenme tehlikesi altına giren canlılara örnekler verilmiştir. "Hayatın Başlangıcı ve Evrim" ünitesinde ise Dünya'da yaşamın nasıl başladığı ile ilgili görüşler, yeryüzünün ve canlıların geçirdiği/geçirmekte olduğu değişimler ele alınmıştır. Ayrıca konu anlatımları sırasında yeri geldikçe biyoloji biliminin tarihsel gelişim süreci ve bilimin doğası üzerinde durulmuştur.

Kitap içerisinde; konu anlatımlarının yanı sıra öğrendiğiniz bilgileri somut uygulamalarla pekiştirebileceğiniz etkinlikler, edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış farklı tipte sorulardan oluşan bölüm ve ünite değerlendirmeleri, konuyu destekleyen okuma metinleri ve ilginç bilgiler yer almaktadır. Ayrıca kitaptan daha verimli yararlanılabilmesi için gerekli açıklamaların yer aldığı bir tanıtım bölümü, etkinlikler sırasında uyulması gereken güvenlik kurallarını açıklayan güvenlik işaretleri ve konuların anlaşılması açısından önemli anahtar kavramları açıklayan bir de sözlük bulunmaktadır.

Bu kitabın, bilimsel bakış açısına sahip ve biyoloji bilgisini yaşamın her alanında kullanabilen biyoloji okuryazarı bireylerin yetişmesine katkı sağlamasını temenni ediyor ve hepinize öğrenim sürecinizde başarılar diliyoruz.

GÜVENLİK İŞARETLERİ

Ders yılı boyunca biyoloji dersi laboratuvar uygulamalarında çeşitli etkinlikler yapacaksınız. Bu etkinlikler sırasında kendinizin ve çevrenizdekilerin güvenliğini sağlayabilmek için laboratuvarda çalışma kurallarına uymanız gerekir. Laboratuvarda çalışmanız sırasında karşılaşabileceğiniz tehlikelere karşı sizleri uyarmak amacıyla kullanılan güvenlik sembolleri ve anlamları aşağıda açıklanmıştır.

Elbise Güvenliği



Çalışmanız sırasında elbisenizin zarar görmemesi için laboratuvar önlüğü giyiniz.

Biyolojik Tehlike



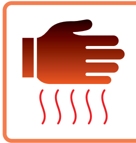
Bakteri, protista, mantar, bitki ve hayvan gibi canlıların neden olabileceği hastalıklara karşı dikkatli olunuz.

Kırılabilir Malzeme Uyarısı



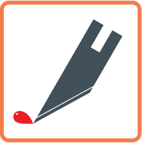
Kullandığınız malzemelerin kırılabileceğini düşünerek dikkatli olunuz.

Isı Güvenliği



Malzemelerin sıcaklığı yüksek olabileceğinden bunlarla çalışırken eldiven takınız ya da maşa vb. araçları kullanınız.

Kesici Cisim Güvenliği



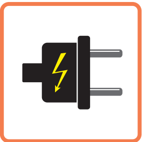
Kesici ve delici malzemeleri kullanırken dikkatli olunuz.

Zehirli Madde Uyarısı



Zehirli maddeleri kullanırken dikkatli olunuz.

Elektrik Güvenliği



Çalışmanız sırasında elektrikli aletler kullanırken dikkatli olunuz.

Yangın Güvenliği



Çalışmanız sırasında yangın çıkabileceğini düşünerek dikkatli olunuz.

Göz ve Yüz Güvenliği



Çalışmanız sırasında gözlerinize ve yüzünüze dikkat ediniz. Gözlük kullanınız.

Kimyasal Madde Güvenliği



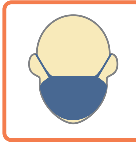
Yakıcı ve cildi tahriş edici kimyasal maddelerle çalışırken dikkatli olunuz.

Patlama Güvenliği



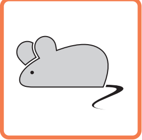
Çalıştığınız kimyasal maddelerin patlamaya sebep olabileceğini düşünerek dikkatli olunuz.

Duman Güvenliği



Çalışma sırasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucu oluşabilecek tehlikeli dumana karşı dikkatli olunuz. Maske kullanınız.

Hayvan Güvenliği



Çalıştığınız hayvanın ve kendinizin güvenliğini sağlayıcı tedbirler alınız.

Bitki Güvenliği



Çalıştığınız bitkilerin zehirli veya dikenli olması ihtimaline karşı dikkatli olunuz. Alerjiniz varsa öğretmeninizi bilgilendiriniz.

TANITIM

Ünite numarası

Ünite adı

Ünitede yer alan bölümlerle ilgili genel açıklamalar

I.

ÜNİTE

GENDEN PROTEİNE

1. Nükleik Asitlerin Keşfi ve Önemi
2. Genetik Şifre ve Protein Sentezi

Yaşamın sırrını taşıyan genler, aynı zamanda canlıların yapı planıdır. Proteinler ise bu planın ürünüdür. Bir başka deyişle genler bir yemeğin tarifine, proteinler ise ortaya çıkarılan yemeğe benzetilebilir. Dolayısıyla ürünün yani proteinlerin niteliği çok önemlidir. Canlılardaki yaşamsal faaliyetler, proteinlerin kontrolünde gerçekleşir. Bu nedenle proteinlerin doğru bir şekilde üretilmesi hayatî önem taşımaktadır. Örneğin, birçok hastalığın sebebi proteinlerin hatalı üretimidir.

Bu ünitede nükleik asitlerin keşfiyle başlayan gelişmeler ele alınacak, genetik şifre ve protein sentezi detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Ünite giriş sayfası, ünite içeriğini yansıtan bir görsel üzerine hazırlanmıştır.

Bölüm giriş sayfası, bölüm konularının içeriğini yansıtan bir görsel üzerine hazırlanmıştır.

Bölüm numarası

Bölüm adı

Bölümde yer alan konularla ilgili anahtar kavramlar/terimler

Bölümle ilgili genel açıklamalar

3. BÖLÜM

BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Limon ağacı, portakal ve mandalina gibi turunçgiller familyasında yer alan bir meyve ağacıdır. Kışın yapraklarını dökmeyen bu ağacın, resimde de görüldüğü gibi çiçek ve meyveleri aynı anda üzerinde bulunabilmektedir.

Bu bölümde çiçekli bitkilerde üreme organı olan çiçeğin yapısı, tozlaşma ve döllenme aşamaları, doğal şartlarda bitkinin neslinin devamını sağlayan tohum oluşumu, tohumu taşıyan meyvenin oluşumu ve tohumun çimlenerek yeni bitkiyi oluşturma süreci detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Çiçek	4. Üreme hücreleri	7. Tozlaşma
2. Döllenme	5. Tohum	8. Meyve
3. Çimlenme	6. Dormansi	9. Erken çimlenme

ŞEMASI

Dikkat çekilmek istenen önemli bilgiler

Söz konusu bölümde öğrendiğiniz bilgileri somut uygulamalarla pekiştirebileceğiniz çalışmalar

Öğrenmekte olduğunuz konuyla ilgili ilginç bilgiler

Etkinlik sırasında güvenlikle ilgili dikkat etmeniz gereken konularda uyarıda bulunmak amacıyla konulan güvenlik sembolleri *

*Bu sembollerin anlamları 11. sayfada verilmiştir..

Konu ile ilgili ayrıntılı bilgi edinmenizi ve öğrendiğiniz bilgileri ilişkilendirmenizi sağlayacak çalışmalar

Etkinlik öncesi yapılması gereken hazırlık aşaması

Konuyu destekleyen makale ve bilimsel çalışmalar

Bölüm içerisinde anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış farklı tipte sorular

Ünitede anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış farklı tipte sorular

Ünitede anlatılan konularla ilgili edindiğiniz bilgileri değerlendirmek amacıyla hazırlanmış çoktan seçmeli sorular

I. ÜNİTE

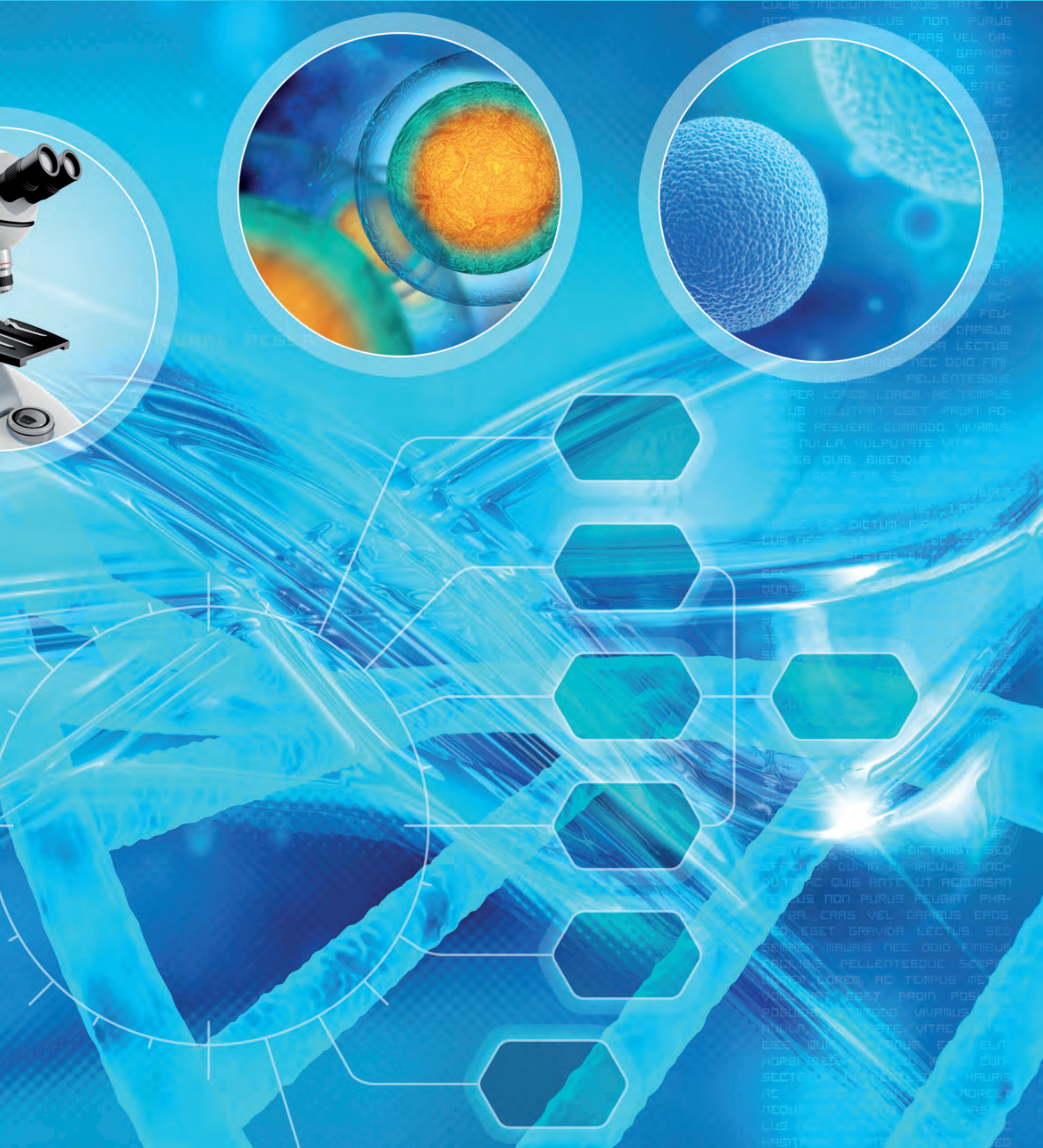
GENDEN PROTEİNE

1. Nükleik Asitlerin Keşfi ve Önemi
2. Genetik Şifre ve Protein Sentezi



Yaşamın sırrını taşıyan genler, aynı zamanda canlıların yapı planıdır. Proteinler ise bu planın ürünüdür. Bir başka deyişle genler bir yemeğin tarifine, proteinler ise ortaya çıkarılan yemeğe benzetilebilir. Dolayısıyla ürünün yani proteinlerin niteliği çok önemlidir. Canlılardaki yaşamsal faaliyetler, proteinlerin kontrolünde gerçekleşir. Bu nedenle proteinlerin doğru bir şekilde üretilmesi hayatî önem taşımaktadır. Örneğin, birçok hastalığın sebebi proteinlerin hatalı üretimidir.

Bu ünitede nükleik asitlerin keşfiyle başlayan gelişmeler ele alınacak, genetik şifre ve protein sentezi detaylı bir şekilde anlatılacaktır.





1. BÖLÜM

NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

Resimlerini gördüğünüz dört canlı, binlerce yıl önce yaşamış ve günümüzde nesli tükenmiş hayvanlardır. Bilim kurgu filmlerine konu olan bu canlıları tekrar ortaya çıkarabilmek, birçok araştırmacının hayallerini süslemektedir. Bunun için canlıların genetik şifresi ile ilgili bilgiye ihtiyaç vardır.

Bu bölümde genetik bilgiyi taşıyan yönetici moleküllerin yani nükleik asitlerin keşif süreci ve yapıları anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Nükleik asit
2. Nükleotit
3. DNA
4. RNA

1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

Günümüzde, nesli tükenmiş olan canlıları tekrar ortaya çıkarabilmek için birçok çalışma yapılmaktadır. Bunlardan biri de nesli 1983 yılında tükenmiş olan, yavrularını gelişme safhasında midesinde taşıyan *Rheobatrachus* (Röbatrakus) cinsi kurbağaların üretilmesidir (Resim1.1). Günümüzde bu canlıların embriyoları, Avustralyalı bilim insanları tarafından DNA'ları kullanılarak tekrar üretilmektedir. Bu gelişme, nesli tükenen diğer hayvanların da tekrar oluşturulabileceği konusunda ümit vermiştir fakat bunun için iki büyük engelin aşılması gerekmektedir: Fosillere ait, yapısı hiç bozulmadan korunmuş DNA moleküllerinin bulunması ve nesli tükenmiş canlının DNA'larının aktarılacağı yaşayan yakın akraba türlerin varlığı.



Resim 1.1 Yavrularını gelişme safhasında midesinde taşıyan *Rheobatrachus* cinsi kurbağa

1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ

Canlı organizmaların yapısında iki çeşit nükleik asit bulunmaktadır. Bunlar DNA (<u>D</u>eoksiribo<u>N</u>ükleik <u>A</u>sit) ve RNA (<u>R</u>ibo<u>N</u>ükleik <u>A</u>sit) molekülleridir. Bugünkü bilgilerimiz ışığında canlılara ait tüm kalıtsal bilgiler; anatomik, fizyolojik ve hatta davranışsal özellikler hücrelerdeki DNA molekülünün içinde şifrelenmiştir. DNA, her hücre bölünmesi öncesinde kendisini hatasız bir şekilde eşleyerek genetik şifrenin kopyasını bir sonraki hücreye aktarır ve böylece kalıtsal özellikler nesilden nesile taşınmış olur.

Biyologlar, bugün rahatlıkla söyleyebildiğimiz *DNA'nın kalıtsal bilgiyi taşıdığı* bilgisine tarihsel süreç içinde nasıl ulaşmışlardır? Bu sorunun cevabını ünlü bilim insanı Arthur Kornberg (Artur Kornberg, 1918-2007), DNA'nın keşfi sürecini dört dönemde inceleyerek vermiştir:

Birinci dönem (1869-1943): DNA'nın varlığının keşfedildiği dönemdir. DNA, ilk olarak İsviçreli bir doktor olan Friedrich Miescher (Firedrik Mişer, Resim 1.2) tarafından 1869 yılında cerrahi pansumanlarda, irin içinde mikroskobik bir madde olarak keşfedilmiştir. Önceleri *nüklein*, daha sonra ise *kromatin* adı verilen bu bileşiğin yapısının ne olabileceği konusunda bazı fikirler ortaya atılmıştır. Bu dönem ve öncesinde bilim insanları, hücrelere ait genetik bilginin, proteinler tarafından taşındığını kabul ediyorlardı. Çünkü proteinler, hücrenin kuru ağırlığının yaklaşık yarısını oluşturan ve hücreden hücreye farklılık gösterebilen moleküllerdi. Ayrıca tüm hücrelerin yapısındaki proteinlerin farklı olması ve proteinleri oluşturan amino asitlerin 20 farklı çeşidinin bulunması, proteinlerin kalıtsal bilgiyi taşıdığına olan inancı güçlendiriyordu.



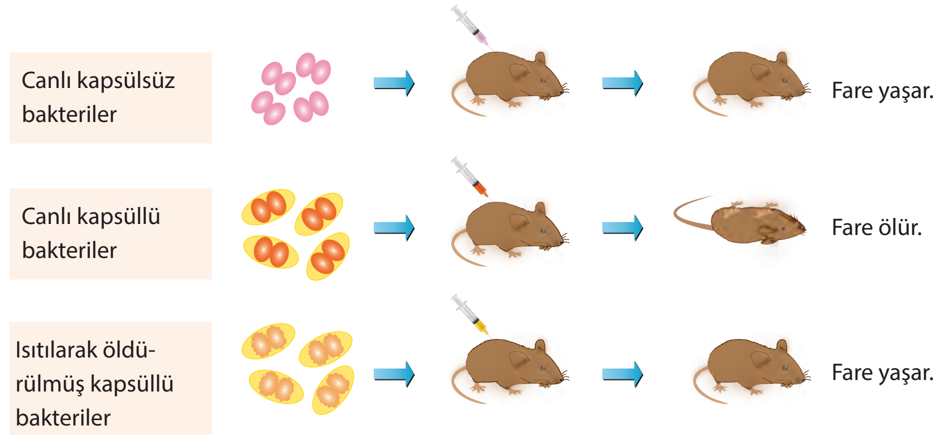
Resim 1.2 Friedrich Miescher (1844-1895)

İlk olarak Friedrich Miescher tarafından keşfedilen nükleik asitlerin yapısı, o zamana kadar kalıtsal bilgiyi taşıdıkları kabul edilen proteinlerin ya-

pısından daha farklıydı. Proteinlerin yapısındaki bazı amino asitler kükürt taşımaktaydı ancak nükleik asitlerin yapısında hiç kükürt bulunmuyordu. Proteinlerin yapısında 20 farklı amino asit bulunmasına rağmen nükleik asitler 4 farklı nükleotitten oluşuyordu.

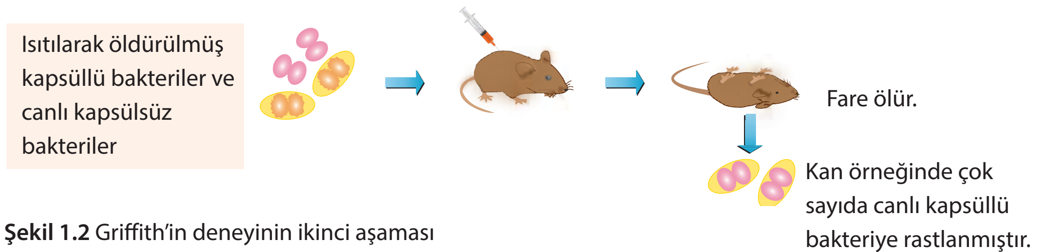
İkinci dönem (1944-1960): Önce bakteriler, ardından virüsler üzerinde yapılan deneyler sonucunda DNA'nın kalıtsal bilgiyi taşıdığının ispat edildiği dönemdir.

1944 yılında Oswald Avery (Ozvıld Evıri, 1877-1955), Colin MacLeod (Kolin Meklod, 1909-1972) ve Maclyn McCarty (Maklin Mekkarti, 1911-2005) adlı bilim insanları daha önce 1928 yılında Frederick Griffith (Frederik Griffit, 1879-1941) tarafından yapılmış olan deneyleri temel alarak gerçekleştirdikleri deneyle DNA'nın genetik madde olduğunu ispatlamışlardır. Bu deneyde zatürreye neden olduğu bilinen *Streptococcus pneumoniae* (Streptokokus pnömoni) bakterisi kullanılmıştır. Bu bakterinin iki formu vardır. Kapsüllü olan form zatürreye neden olurken kapsülsüz form bu hastalığa neden olmamaktadır. Griffith, bu bakterilerle yaptığı deneyler sonucunda kapsüllü canlı bakterilerin hastalığa neden olduğunu, kapsülsüz canlı bakterilerin ve ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakterilerin hastalığa neden olmadığını belirlemiştir (Şekil 1.1).



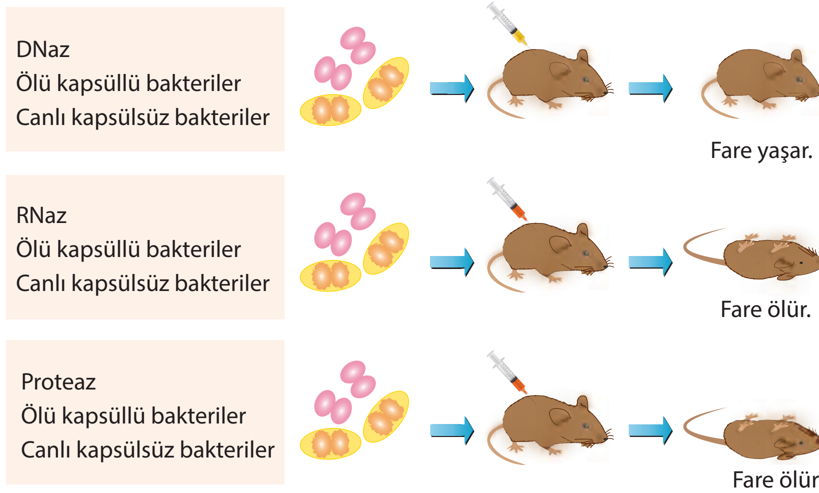
Şekil 1.1 Griffith'in deneyinin ilk aşaması

Griffith, tek başına hastalığa neden olmayan kapsülsüz bakteriler ile ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakterileri bir arada tuttuktan sonra fareye verdiğinde, farenin zatürre hastalığına yakalanıp öldüğünü tespit etmiştir (Şekil 1.2). Ölü farenin kanını incelediğinde ise çok sayıda kapsüllü bakteri formunun bulunduğunu gözlemlemiştir. Bu durumda ölü kapsüllü bakterilerden kapsülsüz bakterilere geçen ve kapsülsüz bakteriye kapsül yapma özelliği, dolayısıyla zatürreye neden olma özelliği kazandıran bir maddenin bulunduğunu fark etmiştir. Griffith, *canlı bakterilerin yaşadıkları ortamdan ölü bakterilere ait maddeleri alması* şeklinde gerçekleşen bu olaya **transformasyon** adını vermiştir ancak bu maddenin ne olduğunu açıklayamamıştır.



Şekil 1.2 Griffith'in deneyinin ikinci aşaması

1944 yılında Avery, MacLeod ve McCarty yaptıkları deney ile Griffith'in deneyinde ölü kapsüllü bakterilerden canlı kapsülsüz bakterilere geçen, genetik bilginin taşınmasında görevli maddeleri bulmuşlardır. Bu deneyde; ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü bakterilerden elde edilen özüt, üç ayrı ortamda proteaz (proteinleri parçalayan enzim), DNaz (DNA molekülünü parçalayan enzim) ve RNaz (RNA molekülünü parçalayan enzim) enzimleri ile bir arada tutulduktan sonra her üç ortama da canlı kapsülsüz bakteriler eklenmiştir. Elde edilen özüt, farelere enjekte edilmiştir. Bu bakterilerden sadece DNaz enzimi ile müdahale edilen özüt, farede zatürreye neden olmazken diğer bakteriler yine kapsül yapma yeteneği kazanmış ve farede zatürreye neden olmuştur. Öyleyse DNaz, kapsüllü bakterilere ait DNA moleküllerini parçalamış, böylece kapsülsüz bakterilerin kapsül yeteneği kazanmasına engel olmuştur. Bu deneyle, kapsüllü bakterilerden kapsülsüz bakteriye geçerek kapsül oluşumu sağlayan yani hastalık yapma özelliği taşıyan transformasyon ajanının DNA olduğu bilgisine ulaşılmıştır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 Avery, MacLeod ve McCarty'nin DNA'nın yönetici molekül olduğunu kanıtlayan deneyleri

DNA'nın genetik bilgiyi taşıdığını ispatlayan bir diğer çalışma ise Alfred Hershey (Alfrıd Hörşi, 1908-1997) ve Martha Chase (Marta Çeys, 1927-2003) tarafından 1952 yılında yapılmıştır. Hershey ve Chase, deneylerinde bir bakteriyofaj (bakteriler içinde çoğalan virüs) olan T2 virüsünü kullanmışlardır. 9. sınıfta anlatıldığı gibi nükleik asitten ve protein kılıftan oluşan virüsler, çoğalmak için başka bir canlı hücreye ihtiyaç duyar. Hershey ve Chase, virüsün hayat döngüsünü biliyorlardı fakat canlı hücreye girerken DNA'sını mı yoksa protein kılıfını mı hücre içine soktuğunu bilmiyorlardı. Genetik bilgi, bir sonraki nesilde bulunan virüslere DNA ile mi yoksa protein kılıf ile mi aktarılıyordu? Hershey ve Chase, deneylerini tasarlarken proteinlerin çoğunda fosfor elementinin bulunmaması ve DNA'da kükürt elementinin bulunması bilgisinden yola çıkmışlardır. DNA'da bulu-

Bunu biliyor musunuz?

Her yıl dünyada 5 yaşından küçük çok sayıda çocuk, Streptococcus pneumoniae bakterisinin yol açtığı hastalıklar nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Bu bakterinin yol açtığı menenjit, zatürre, orta kulak iltihabı ve kan iltihabı gibi hastalıklar, çocuklarda ölüme ya da kalıcı hasara neden olabilmektedir. Bunlar arasında zatürrenin dünyada ve Türkiye'de en sık görülen ve en fazla ölüme neden olan hastalıklardan biri olduğu belirlenmiştir. Bu bakterinin neden olduğu hastalıklardan korunmada en etkili yol ise aşıdır.

http://toraks.dergisi.org
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)



Araştırınız

Bakterilerin sebep olduğu hastalıkları araştırınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız.

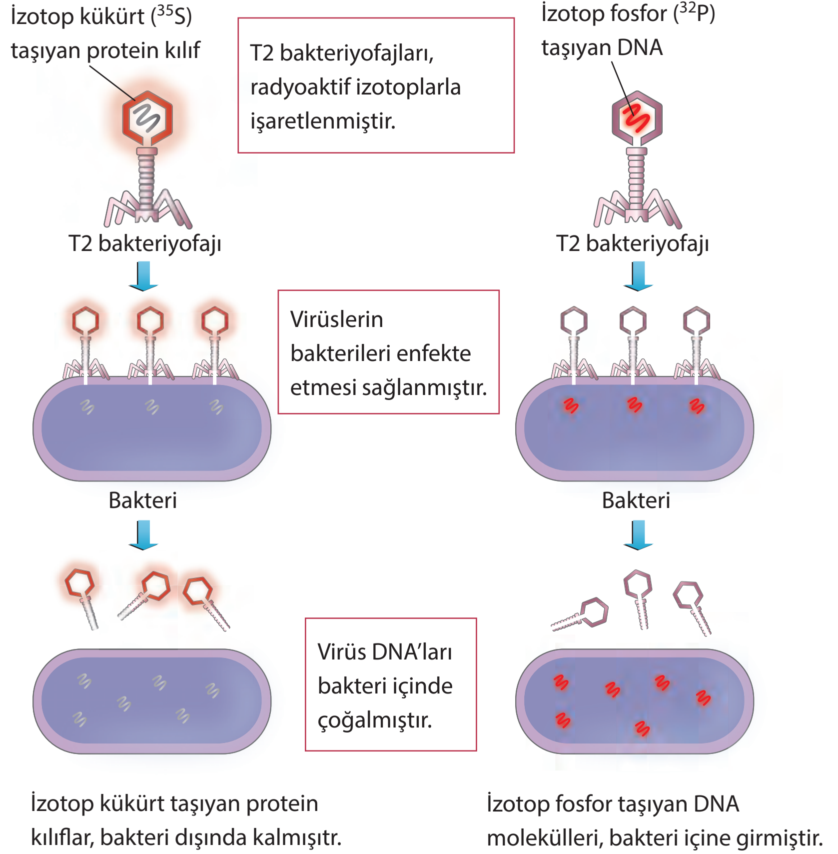
Bunu biliyor musunuz?



- *İnsan DNA'sında 3 milyarı anneden, 3 milyarı babadan gelen 6 milyar kadar nükleotit bulunmaktadır. Akraba olmayan aynı cinsiyette iki insanın DNA nükleotit dizilimleri %99,9 oranında birbirine benzemektedir. İnsanlar arasındaki farklılık, %0,1 oranındaki farklı nükleotit diziliminden kaynaklanmaktadır.*
- *Canlılarda akrabalık derecesi arttıkça DNA nükleotit dizilim benzerliği de artmaktadır. Bu özellik, akrabalık ilişkilerini belirlemede kullanılabilmektedir.*

Karaçay, B. (2013). Yaşamın Sırrı DNA. Tübitak Popüler Bilim Kitapları.

nan fosforun radyoaktif izotopunu (^{32}P) ve proteinlerde bulunan kükürdün radyoaktif izotopunu (^{35}S) kullanmışlardır. Deneyde bir grup virüsün protein kılıfları, izotop kükürt (^{35}S) ile işaretlenmiştir. Bu virüsler, bakteriler ile aynı ortama konulduğunda protein kılıflarının bakterinin dışında kaldığı gözlemlenmiştir. Diğer bir virüs grubunun DNA'ları, izotop fosfor (^{32}P) ile işaretlenmiştir. Bu virüsler, bakteriler ile aynı ortama konulduğunda ise virüs DNA'larının, bakterilerin içine girdiği gözlemlenmiştir (Şekil 1.4). Böylece virüslerin konak olarak belirledikleri bakteri içinde çoğalmaları sırasında DNA'larını kullandıkları ve genetik bilgiyi bir sonraki virüs nesillerine, DNA molekülü üzerinden aktardıkları sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 1.4 DNA'nın kalıtsal bilgiyi taşıdığını kanıtlayan deney

Üçüncü dönem (1960-1973): DNA'nın yapısının detaylı bir şekilde incelendiği, DNA'nın replikasyonu (kendini eşlemesi) ve fonksiyonuna ilişkin derin araştırmaların yapıldığı dönemdir.

Dördüncü dönem (1973 ve sonrası): 1973'ten günümüze kadar geçen süreçte DNA ile ilgili çalışmalar artmıştır. DNA'nın yapısı, organizasyonu, replikasyonu, rekombinasyonu gibi konularda büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Tüm bu gelişmelerin sonucunda günümüzün en önemli disiplinlerinden olan biyoteknoloji ve genetik mühendisliği gibi çalışma alanları ortaya çıkmıştır.

1.1.1. DNA'NIN YAPISINA İLİŞKİN ARAŞTIRMALAR

Birçok biyoloğun kalıtsal bilginin DNA tarafından taşındığını kabul etmesinin ardından çözülmesi gereken sorun, DNA'nın yapısının nasıl olduğu ve kalıtımdaki rolünün ne olduğuydu. 1950'li yılların başında birçok bilim insanı DNA'nın üç boyutlu yapısını anlamaya çalışıyordu. Bu problemi ilk çözenler ise İngiltere'deki Cambridge (Kembiriç) Üniversitesinde çalışan ve o günlerde pek fazla tanınmayan iki bilim insanıydı: James Watson (Ceymis Vatsın, 1928-) ve Francis Crick (Fıransis Kırik, 1916-2004) (Resim 1.3).



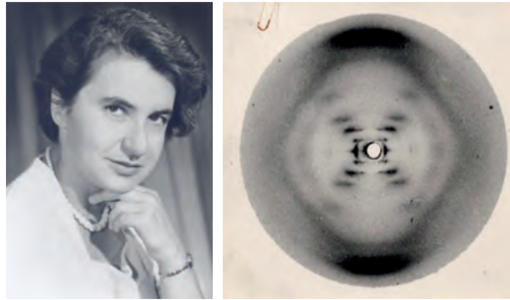
Resim 1.3 Watson (solda) ve Crick'in (sağda) üç boyutlu DNA modeli üzerindeki çalışmaları



Araştırınız

DNA'nın yapısıyla ilgili çalışma yapan bilim insanlarını ve bu bilim insanlarının bulgularını araştırınız. Edindiğiniz bilgileri kullanarak hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Watson ve Crick, DNA modeli ile ilgili araştırmalarını sürdürürken Londra'da bir laboratuvarda Maurice Wilkins (Moris Vilkıns, 1916-2004) ve Rosalind Franklin (Rozalin Franklin, 1920-1958) adlı iki bilim insanı da röntgen ışınları olarak da bilinen X-ışınlarını kullanarak DNA'nın yapısını çözmeye çalışıyordu. Franklin, çalışmaları sonucunda DNA'nın yapısını açık bir şekilde gösteren bir fotoğraf çekmeyi başardı. Bu fotoğraf, X-ışınlarının DNA iplikleri arasından geçerken kırınım ve salınımı ile ortaya çıkan siyah-beyaz noktalar ve lekelerden oluşuyordu (Resim 1.4). Franklin'in bu buluşu, Watson ve Crick'in teorilerini bilimsel gerçeğe dönüştüren bir kanıttı. Watson ve Crick bu fotoğrafları incelediklerinde daha önceki tecrübelerinin de ışığında DNA'nın sarmal yapıda olduğunu sezinlediler. O güne kadar yapılan çalışmalarda DNA hep üç kollu olarak tahmin ediliyordu. Watson ve Crick ise DNA'nın iki koldan oluşan sarmal yapısının farkına vardı. Bu durum, günümüzde kullandığımız çift sarmal terimini oluşturdu.



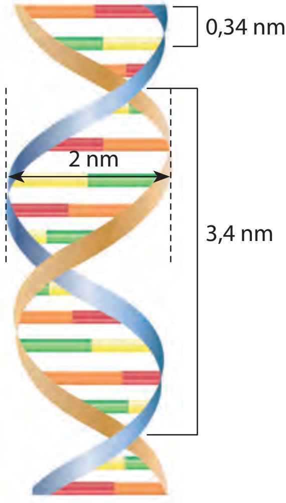
Resim 1.4 Rosalind Franklin ve onun X-ışınlarını kullanarak çektiği DNA fotoğrafı

Tel malzemelerle yoğun bir şekilde DNA modeli üzerinde çalışmaya başlayan Watson ve Crick, 1953 yılında "Nature (Neyçır)" dergisinde yayımladıkları makale ile DNA'nın moleküler yapısını ortaya koydular. Watson ve Crick'in, DNA'nın yapısı hakkındaki açıklamalarına göre DNA, **nükleotit** adı verilen birimlerden meydana gelmektedir. Bir DNA sarma-

Bunu biliyor musunuz?

Günümüzde yaygın olarak uygulanan ve amniyosentez adı verilen bir işlemle, fetüsün içinde yüzdüğü, ana rahmindeki sıvıdan cerrahi müdahale ile bir miktar örnek alınarak incelenmektedir. Alınan sıvıda embriyodan kopmuş hücreler bulunmaktadır. Bu hücrelerin DNA'ları üzerinde yapılan analizlerle doğacak bebeğin bazı genetik hastalıklar açısından sağlıklı olup olmadığı belirlenebilmektedir.

Karaçay, B. (2013). Yaşamın Sırrı DNA. Tübitak Popüler Bilim Kitapları.

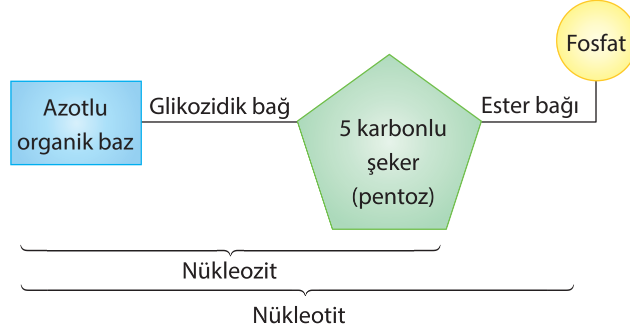


Şekil 1.5 DNA'nın moleküler yapısı

lının çapı yaklaşık 2 nanometre (nm) ve sarmaldaki her kıvrımın uzunluğu 3,4 nm'dir. Ayrıca bir ipliğin her kıvrımında 10 nükleotit yer alır yani bu durumda aynı iplikteki nükleotitler arası uzaklık 0,34 nm'dir (Şekil 1.5). Watson ve Crick'in son olarak oluşturdukları model, DNA molekülünün X-ışını fotoğrafındaki görüntüye tam uyum sağladı. Watson ve Crick, bu çalışmalarıyla Maurice Wilkins ile birlikte 1962 yılında Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nü aldılar.

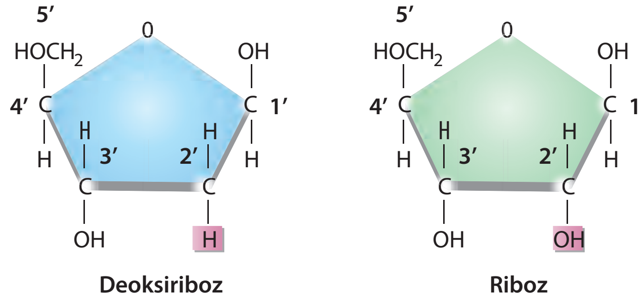
1.2. NÜKLEOTİTLERİN YAPISI

Organizmaların yapısında bulunan nükleik asitler (DNA ve RNA), **nükleotit** adı verilen birimlerden oluşmuştur. Nükleotitler üç kısımdan meydana gelir. Bunlar; azotlu organik baz, 5 karbonlu şeker (pentoz) ve bir fosfat grubudur. Ayrıca nükleotidin azotlu organik baz ve pentoz şekerinden oluşan bölümüne **nükleozit** adı verilir. Nükleotitlerin yapısında bulunan pentoz, bir taraftan **glikozidik bağ** ile azotlu organik baza bağlanırken diğer taraftan **ester bağı** ile fosfat grubuna bağlanır (Şekil 1.6).

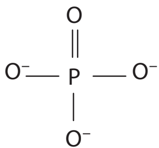


Şekil 1.6 Nükleotitlerin yapısı

DNA'nın yapısında bulunan şeker, **deoksiriboz**; RNA'nın yapısında bulunan şeker ise deoksiribozdan bir oksijen atomu eksik olan **riboz** şekeridir (Şekil 1.7).



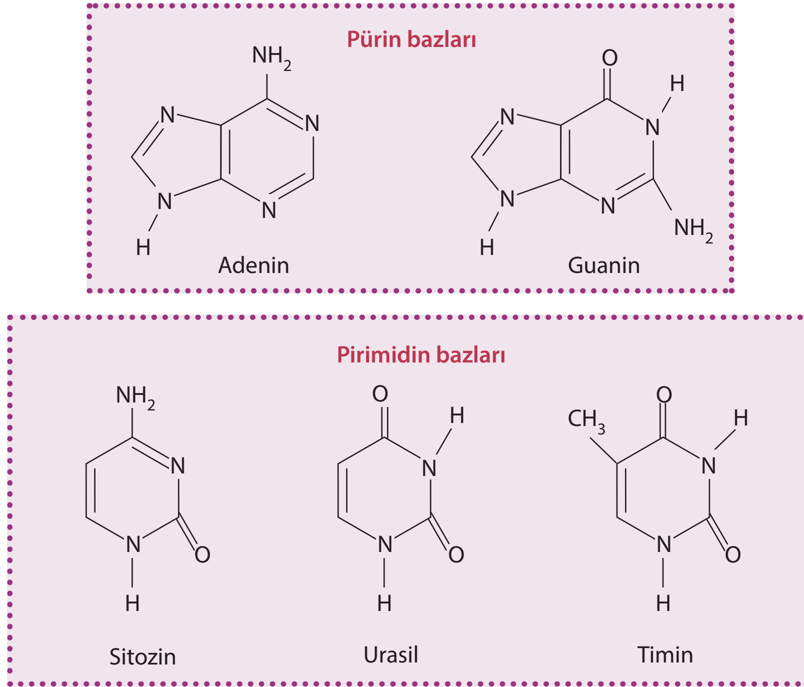
Şekil 1.7 Nükleotitlerin yapısındaki beş karbonlu şekerler



Şekil 1.8 Nükleotitlerin yapısındaki fosfat grubu (PO_4^{-3})

Bir nükleik asit, alt alta dizilmiş ve birbirine bağlı çok sayıda nükteotitten oluşur. Alt alta gelen nükleotitlerden birinin şekeri ile diğerinin fosfatı (Şekil 1.8) arasında oluşan **fosfodiester bağı** nükleotitleri birbirine bağlar.

Nükleotitlerin yapısındaki azotlu organik bazlar iki grupta incelenir. Bunlar, iki halkalı yapıda olan **pürin** bazları ile tek halkalı yapıdaki **pirimidin** bazlarıdır. Pürin bazları, adenin ve guanin; pirimidin bazları ise sitozin, timin ve urasildir (Şekil 1.9). Bu bazlardan timin sadece DNA'nın yapısında bulunurken urasil sadece RNA'nın yapısında bulunur.



Şekil 1.9 Nükleotitlerin yapısındaki pürin ve pirimidin bazları

- **Nükleik asitler, yapılarında bulunan *şekere* göre (örneğin deoksiribonükleik asit) adlandırılır.**
- **Nükleotitler ve nükleozitler ise taşıdıkları *organik baza* göre (örneğin adenin nükleoziti veya adenin nükleotidi) adlandırılır.**

1.3. DNA'NIN YAPISI

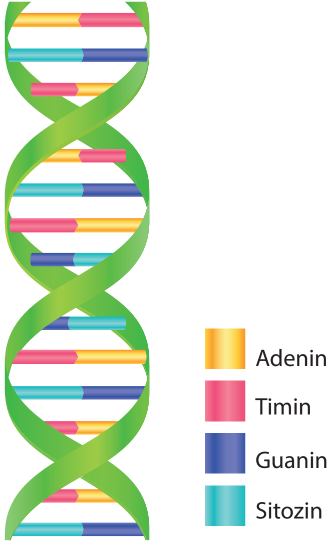
Watson ve Crick'in, 1953 yılında DNA'nın yapısını açıkladıkları makaleden sonra DNA üzerinde çalışmalara devam edilmiş, DNA'nın yapısı detaylı bir şekilde ortaya konulmuş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- DNA molekülü, çift iplikli ve sarmal yapıdadır. Hücre bölünmesi öncesinde kendisini eşleyebilir. İpliğin birinde ortaya çıkabilecek bir hatayı, diğer ipliği kalıp olarak kullanıp onarabilir. DNA'nın hücre içindeki başlıca görevleri, kalıtsal bilginin taşınarak sonraki nesillere aktarılması ve protein sentezi gibi hayatî olayların kontrolüdür.
- DNA'nın bir proteinin veya bir RNA zincirinin sentezinden sorumlu parçalarına **gen** adı verilir. DNA'nın kalıtsal bilgiyi taşıması genler vasıtasıyla gerçekleşir.

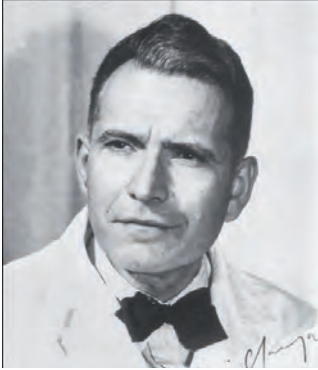
Bunu biliyor musunuz?

Bir insanın hücrelerindeki mitokondrilerde bulunan DNA'lar (mitokondrial DNA), annesinin hücrelerindeki mitokondrial DNA'larla tamamen aynıdır. Bunun sebebi, döllenme sırasında spermdeki mitokondrilerin yumurtaya geçmemesidir.

Karaçay, B. (2013). Yaşamın Sırrı DNA. Tübitak Popüler Bilim Kitapları.



Şekil 1.10 DNA'nın yapısındaki bazlar



Resim 1.5 Erwin Chargaff (1905-2002)

- Ökaryot hücrelerde çekirdekte, mitokondride ve kloroplastta bulunan DNA molekülü, prokaryot hücrelerde sitoplazmada bulunur.
- DNA'nın yapısında adenin, timin, guanin ve sitozin azotlu organik bazları bulunur (Şekil 1.10). Bu bazların sayıları arasında belirli bir düzen olduğu ve baz kombinasyonunun türden türe değiştiği ilk kez 1947 yılında Erwin Chargaff (Örvin Çargaf, Resim 1.5) adlı biyokimyacı tarafından fark edilmişti. Erwin Chargaff ayrıca DNA'daki adenin ile timin, guanin ile sitozin sayılarının kabaca birbirine eşit olduğunu da belirlemişti. DNA'nın çift sarmal yapısının keşfine kadar sebebi tam olarak açıklanamayan bu eşitliğe *Chargaff kuralı* adı verilmiştir. Daha sonra Watson ve Crick, DNA sarmalında azotlu bazların Chargaff kuralına uygun şekilde eşleştiğini açıklamışlardır. DNA sarmalında adenin ile timin, guanin ile de sitozin eşleşmiştir. Bu eşleşme sonucunda sarmalda çift halkalı yapı gösteren pürin bazları (adenin ve guanin), tek halkalı yapı gösteren pirimidin bazları (timin ve sitozin) ile karşılıklı yer almıştır. Böylece sarmalın iki ucundaki mesafe, her yerde aynı kalmaktadır.
- Çift sarmal şeklindeki DNA'nın karşılıklı ipliklerindeki nükleotitler birbirine bazları arasında oluşan **hidrojen bağı**yla bağlanır. Adenin ve timin birbirine iki hidrojen bağıyla, guanin ve sitozin ise üç hidrojen bağıyla bağlıdır. Bu nedenle DNA molekülünün yapısındaki guanin ve sitozin nükleotitlerinin oranı arttıkça üçlü hidrojen bağı sayısı da artacağından DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak güçleşir.

Örnek Soru

3.000 nükleotitten oluşan bir DNA molekülünün yapısında 3.700 hidrojen bağı bulunmaktadır. Buna göre bu DNA molekülünün yapısındaki adenin, guanin, sitozin ve timin nükleotitlerinin sayısını hesaplayınız.

Çözüm

Aşağıdaki eşitlikleri hatırlayalım:

$$\text{Toplam nükleotit sayısı} = \text{Adenin nükleotitleri} + \text{Timin nükleotitleri} + \text{Guanin nükleotitleri} + \text{Sitozin nükleotitleri}$$

$$\text{Hidrojen bağı sayısı} = 2 \times \left[\text{Adenin veya timin nükleotitleri}\right] + 3 \times \left[\text{Guanin veya sitozin nükleotitleri}\right]$$

Soruda toplam nükeotit sayısı, *adenin + timin + guanin + sitozin = 3.000* olarak verilmiştir.

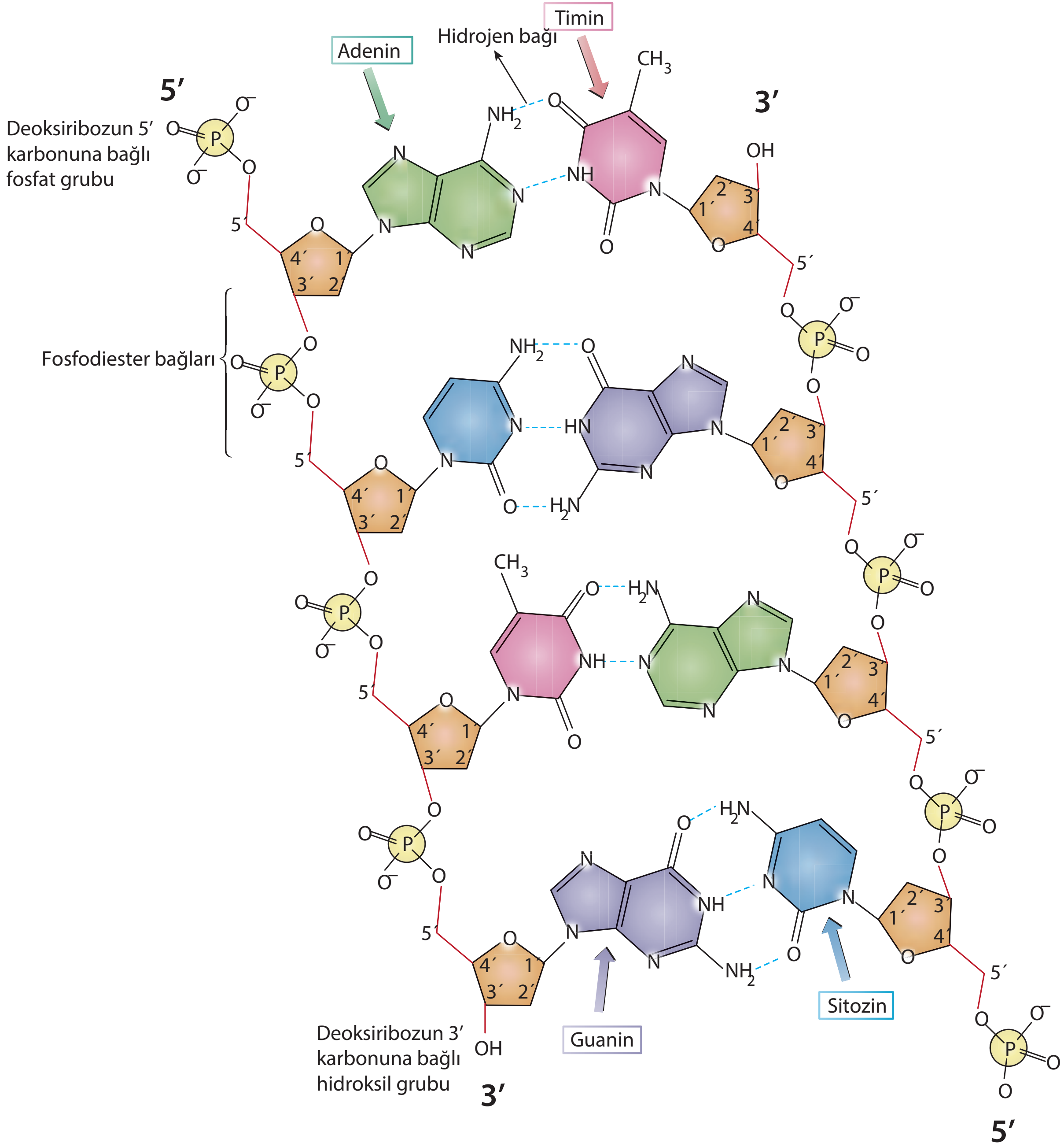
Adenin sayısı timin ile, guanin sayısı sitozin ile eşit olduğundan;

(2 x Adenin) + (2 x Guanin) = 3.000 (Toplam nükleotit sayısı)

(2 x Adenin) + (3 x Guanin) = 3.700'dür (Hidrojen bağ sayısı).

Bu iki eşitlikten guanin nükleotidinin sayısı 700 olarak bulunur. Bu durumda sitozin sayısı da 700'dür. Adenin ve timin nükleotitlerinin sayısı ise 1.600 (3.000 – 1.400) olarak bulunur. Bu da 800 adenin nükleotidi, 800 de timin nükleotidi olduğu anlamına gelir.

- DNA molekülünün ipliklerinden birinin en sonunda yer alan deoksiriboz şekerinin beşinci karbonuna fosfat bağlıdır, bu kısım ipliğin 5′ ucu olarak adlandırılır. Aynı ipliğin diğer ucundaki deoksiribozun üçüncü karbonunda hidroksil grubu (–OH) bulunur, bu kısım ise *3′* ucu olarak adlandırılır (Şekil 1.11). Bu iplik, 5′→3′ (5 üssü 3 üssü) şeklinde okunur. Bu ipliğin karşısındaki diğer ipliğin hidroksil ve fosfat grubu taşıyan uçları, birinci iplikle zıt yöndedir yani iki iplik birbirine **antiparalel**dir. Bu nedenle ikinci iplik, 3′→5′ (3 üssü 5 üssü) şeklinde okunur (Şekil1.11).



Şekil 1.11 DNA'nın nükleotitlerin birbirine bağlanarak oluşturduğu çift iplikli yapısı



Şekil 1.12 RNA'nın yapısındaki bazlar

1.4. RNA'NIN YAPISI

DNA'dan başka, hücre içinde bulunan bir diğer nükleik asit çeşidi de RNA'dır (RiboNükleik Asit). RNA, moleküler yapı olarak DNA'ya benzer; pentoz şekeri olarak *riboz*, azotlu organik baz olarak timin yerine *urasil* taşır (Şekil 1.12).

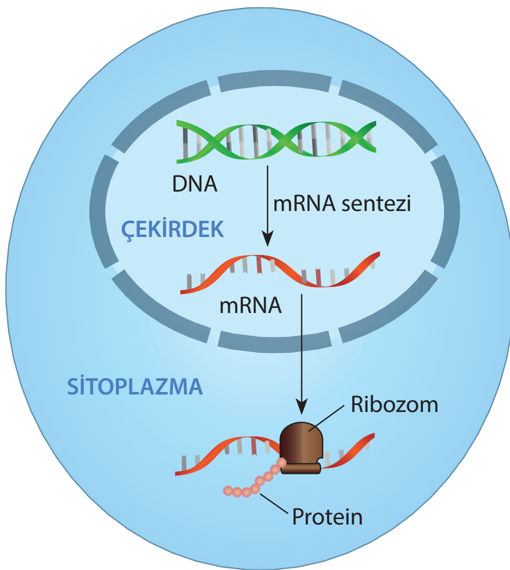
RNA, DNA tarafından sentezlenen tek iplikli bir nükleik asittir. Kendisini eşleyemez, onaramaz. Protein sentezinde görevli olan RNA molekülünün üç çeşidi vardır. Bunlar; rRNA (ribozomal RNA), mRNA [mesajcı (elçi) RNA] ve tRNA'dır (taşıyıcı RNA). Bu moleküllerin hücredeki görevleri birbirinden farklıdır.

1.4.1. rRNA (RİBOZOMAL RNA)

Tüm canlılarda bulunan ve protein sentezinden sorumlu olan ribozom organeli, *nükleik asit* ve *protein* olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Ribozomun yapısındaki nükleik asite **rRNA (ribozomal RNA)** adı verilir. Protein sentezi sırasında bir makine gibi görev alarak amino asitleri birbirine bağlayan rRNA'nın yapısı, tüm ökaryotlarda aynıdır. Bu nedenle sentezlenen proteinin yapısının ve işlevinin belirlenmesinde rRNA'nın etkisi yoktur.

1.4.2. mRNA [MESAJCI (ELÇİ) RNA]

Watson ile birlikte çalışarak DNA'nın yapısını açıklayan Francis Crick, genetik bilginin DNA'daki genden ribozoma aktarılmasına aracılık eden bir molekül olması gerektiğini ortaya koymuştur. Çünkü DNA çekirdekte bulunur ancak DNA'daki genetik bilginin kalıplık ettiği protein sentezi, sitoplazmada bulunan ribozom organelinde gerçekleşir. Crick'in hipotezine göre bilgi taşıyan molekül, ribozomun yapısındaki rRNA'dır. Fakat rRNA her zaman aynı yapıda olmasına rağmen farklı protein çeşitlerinin sentezlenebilmesi, Crick'in bu hipotezini çürütmüştür.



Şekil 1.13 Genetik bilginin mRNA aracılığıyla ribozoma taşınması

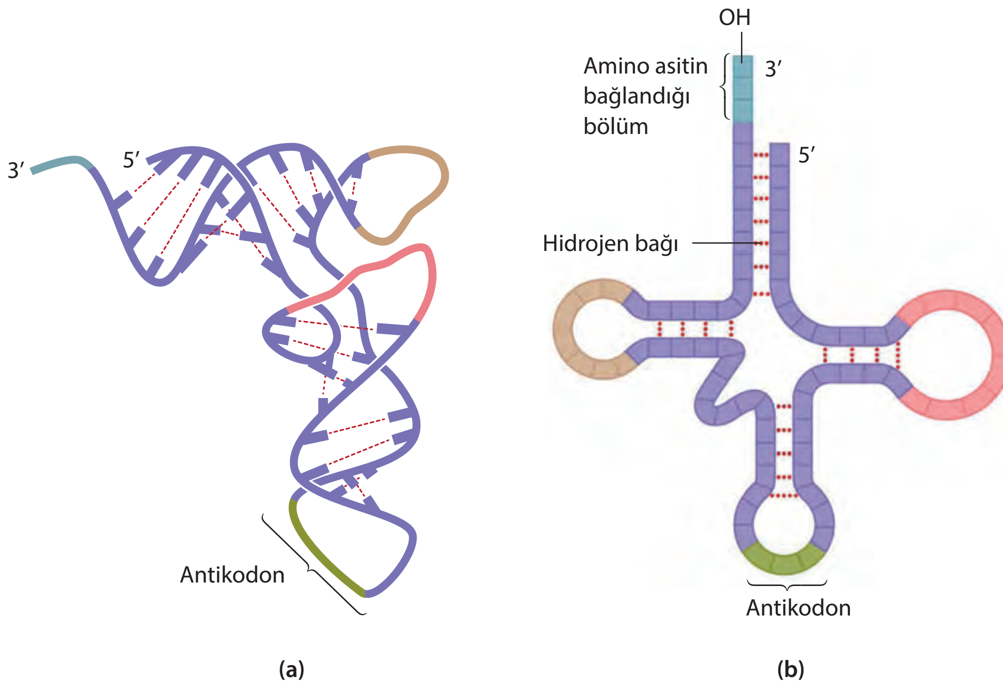
François Jacob (Fransua Ceykob, 1920-2013) ve Jacques Monod (Jek Monıd, 1910-1976) adlı bilim insanları Crick'in hipotezini değiştirerek yeni bir hipotez ortaya koymuşlardır. Bu hipoteze göre sentezlenecek olan her protein çeşidi için farklı olan bir RNA çeşidi, çekirdekteki genetik bilginin bir kopyasını alarak çekirdekten çıkar ve onu ribozoma götürerek protein sentezine kalıplık eder. Bu RNA çeşidine **mesajcı (elçi) RNA (mRNA)** adı verildi. Bu hipoteze göre aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Bir genden bir mRNA çeşidi sentezlenir, bu mRNA sitoplazmaya geçerek ribozoma bağlanır ve belirli bir protein çeşidinin sentezine kalıplık eder (Şekil 1.13).

- Proteindeki amino asitlerin çeşitleri, sayıları ve dizilişleri mRNA'ya dolayısıyla DNA'daki genetik bilgiye bağlıdır.
- mRNA molekülü, ilgili protein yeterli miktarda sentezlendiğinde yıkılır. Gerektiğinde tekrar sentezlenir.

1.4.3. tRNA (TAŞIYICI RNA)

Şimdiye kadar anlatılan RNA çeşitlerinden mRNA, genetik bilginin kopyasının ribozoma taşınmasında; rRNA ise protein sentezi sırasında amino asitlerin birbirine bağlanmasında görevlidir. Peki, protein sentezi sırasında amino asitlerin ribozoma getirilmesi nasıl gerçekleşir? Bu görev, bir başka RNA çeşidi olan tRNA tarafından gerçekleştirilir. tRNA yaklaşık 80 nükleotitten oluşan tek bir RNA zinciri şeklindedir. tRNA'nın belirli bölgelerindeki bazların hidrojen bağlarıyla birleşmesi sonucu üç boyutlu bir molekül yapısı oluşur. Molekül, hidrojen bağları görünecek şekilde düzenlendiğinde yonca yaprağı şeklini alır (Şekil 1.14).



Şekil 1.14 tRNA'nın (a) üç boyutlu ve (b) iki boyutlu yapısı

tRNA, protein sentezi sırasında mRNA'nın kodladığı genetik bilgiye uygun olan amino asitleri sitoplazmadan ribozoma taşır. tRNA molekülünün bu görevini gerçekleştirmesinde yapısındaki iki bölüm etkili olur. Bunlardan biri, taşınan amino asitlerin bağlandığı uç olan **amino asit bağlanma ucu,** diğeri üç nükleotitten oluşan ve her tRNA'nın özgüllüğünü sağlayan **antikodon halkası** adı verilen bölgedir (Şekil 1.14). Antikodon bölgesi, protein sentezi sırasında mRNA'nın kodon bölgesinin karşısına gelir, böylece uygun amino asit ribozoma taşınmış olur.

Hücrede bulunan RNA çeşitlerinin bulunma oranları; sırasıyla en çok rRNA, daha sonra tRNA ve en son olarak da mRNA'dır.

OKUMA METNİ

DEDEKTİF DNA



Adli bilimlerde, 1987 yılı bir milattır. Çünkü o tarihte ilk defa kişiye özel DNA izi sayesinde bir katil yakalandı. 1983'te İngiltere'deki Leicester (Lestır) şehrinde genç bir kız saldırıya uğradı ve sonrasında boğularak öldürüldü. 1986'da yine aynı olay yeri civarında başka bir genç kız, öldürülmüş olarak bulundu. Polis, katilin aynı kişi olabileceğini düşündü ama elde hiçbir kanıt yoktu. Sadece mağdurların vücutlarında hücre kalıntıları bulunmuştu. Alınan örnekler Leicester Üniversitesinde biyokimya profesörü olan Alec Jeffreys'e (Alek Cefris) gönderildi. Çünkü Jeffreys o günlerde DNA izini yeni keşfetmişti ve bütün gazeteler kendisinden bahsetmekteydi. Sonuç, polisleri haklı çıkardı. İki genç kızın katili aynı kişiydi. Çünkü yapılan incelemede iki hücre örneğinin aynı kişiye ait olduğu anlaşılmıştı. Ama o kişinin kim olduğunu bulmak için şehirdeki tüm şüphelilerin kanını alıp DNA izine bakmak gerekiyordu. Tabi, katil o şehirde yaşayan biriyse... Polis, bölgede yaşayan 5.000 kişiden kan örneği topladı, her birinden DNA izi çıkarıldı. Sonuç tam bir hayal kırıklığıydı. 5.000 kişiden hiçbiri katil değildi. Fakat polisin umutlarının tükendiği anda ilginç bir olay yaşandı. Polise, Colin Pitchfork (Kolin Peçfork) adında bir fırıncının, kendisi yerine kan vermesi için başka birini ikna ettiği ihbarı gelmişti. Polis, hemen Pitchfork'tan kan örneği aldı. DNA izi çıkarıldı. Pitchfork'un DNA izi, öldürülen iki kurbanın üzerinden alınan örneklerden elde edilen DNA izleri ile aynıydı. Suçlu ya Pitchfork'tu ya da varsa ikiz kardeşiydi! Çünkü tek yumurta ikizleri dışında herkesin DNA izi farklı idi. Böylece Pitchfork 1987 yılında DNA izi ile yakalanan ve ömür boyu hapse mahkûm edilen ilk katil oldu.

Pitchfork olayında polisin elinde çok güçlü bir kanıt vardı: suçlunun DNA izi. DNA izi adı verilen teknikle, suçlu %99,99 ihtimalle yakalanabilir. Çünkü hiç kimsenin DNA izi başka bir insanın DNA iziyle aynı olamaz. Adli bilimlerde ünlü bir deyiş vardır: "Her olay yeri mutlaka bir delil içerir. Saç teli, kıl, kepek, deri, kan, tükürük, tırnak..." Bunlardan DNA izi elde edilir ve bu izler suçluyu ele verir. Bir eve giren hırsız evden çıkarken bir bardak su içerse bardaktaki dudak hücreleri kendisini yakalatmaya yeter.

Adli tıpta DNA izinin en sık kullanıldığı alanlardan biri de babalık testidir. Evlat edinilmiş çocuklar, miras davaları, biyolojik anne ve babanın araştırılması gibi durumlarda DNA testi şüpheye hiç yer bırakmayacak şekilde bir çocuğun babasının kim olduğunu ortaya çıkarır. Babalık testinde ideal olarak anne, baba ve çocuktan DNA elde edilir. Genellikle yanak içi mukoza hücreleri kullanılır. Hücrelerin zarları parçalanarak DNA ortaya çıkarılır. Daha sonra eldeki az miktarda DNA çoğaltılır. Bu iş için de 2-3 saat süren polimeraz zincir tepkimesi yöntemi kullanılır. DNA izi çıkarmada son aşama, elektroforez yöntemidir. Bu yöntemde bir cihaz her bireyde farklı olan DNA dizilerindeki A, T, G ve C moleküllerini belirler. Uzmanlar bunları analiz eder ve kişinin DNA izi yani DNA barkodu çıkarılmış olur.

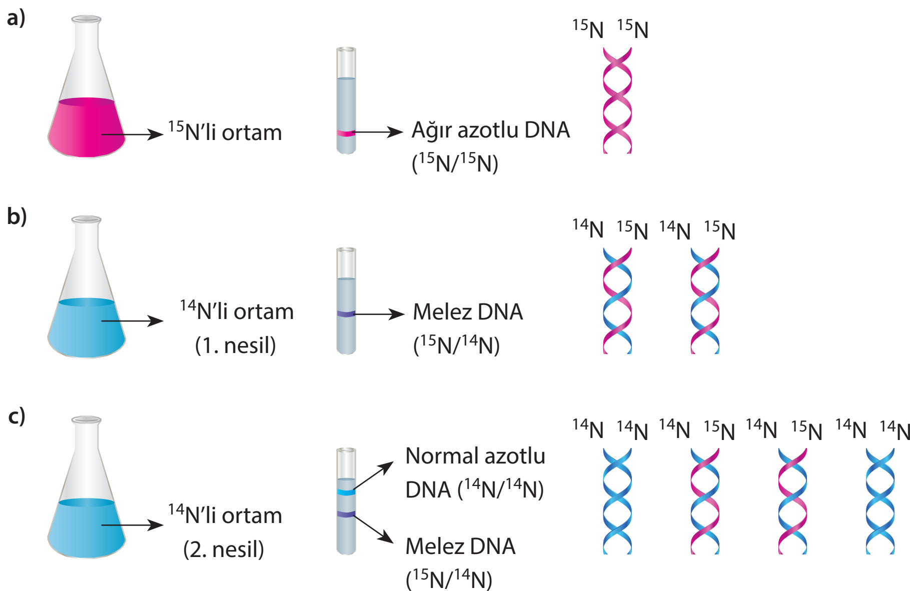
Kadir Demircan
Bilim ve Teknik, Mayıs 2014
(Kısaltılmıştır.)

1.5. DNA'NIN KENDİNİ EŞLEMESİ (REPLİKASYON)

DNA molekülü, her hücre bölünmesi öncesinde kendisini eşleyerek kalıtsal bilginin yavru hücrelere eşit miktarda aktarılmasını sağlar. DNA molekülünün nasıl eşlendiği DNA'nın keşfinden sonraki birkaç yıl anlaşılamamıştır.

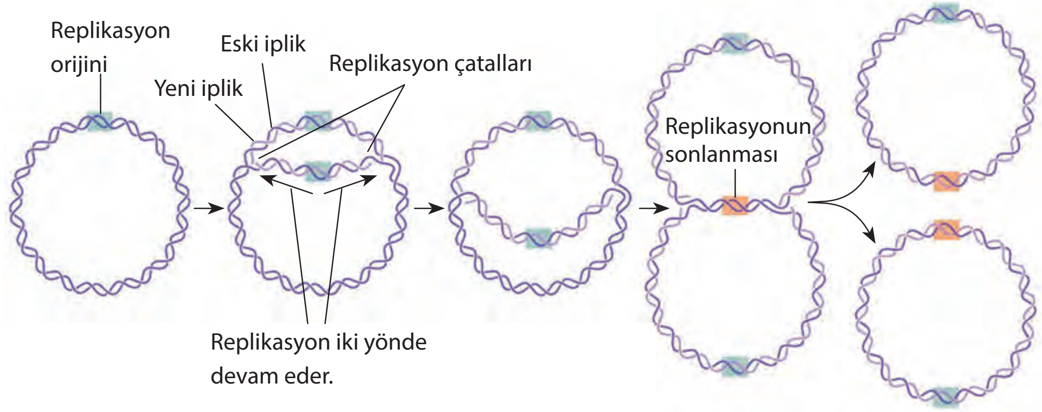
DNA eşlenmesinin nasıl gerçekleştiğini ispatlamak için 1958 yılında Matthew Meselson (Methiv Meselsın, 1930-) ve Franklin Stahl (Franklin Sıtal, 1929-) tarafından deneyler yapılarak farklı modeller test edilmiştir. Sonuçta DNA'nın her iki ipliğinin de kendisini eşleyerek yeni birer iplik oluşturduğu "yarı korunumlu (semikonservatif) eşlenme" modelinin doğruluğu ispatlanmıştır.

Meselson ve Stahl, yaptıkları deney öncesinde azotun ağır izotopu olan ^{15}N içeren besin ortamında *Escherichia coli* (Eşerişya koli) bakterilerinin kültürünü hazırladılar ve kültürdeki tüm bakteri DNA'larının ağır azot içeren moleküllerden oluşmasını sağladılar. Daha sonra bu bakterileri normal azot (^{14}N) içeren ortama transfer ettiler. Bu işlemi yapmalarının nedeni; sadece ^{15}N'li DNA'ları içeren bakteriler santrifüj edildiğinde deney tüpünün altında bantlaşma görülmesi, sadece ^{14}N'lü DNA'ları içeren bakteriler santrifüj edildiğinde ise deney tüpünün üstünde bantlaşma görülmesidir. Meselson ve Stahl, bu bilgiyi dikkate alarak tüplerdeki bantlaşmaları gözlemlemiş ve bakteri DNA'larının nasıl eşlendiğini açıklamışlardır. Normal azot içeren ortama aldıkları bakterilerin bir nesil çoğalmasını bekleyip (20 dk.) oluşan bakterileri santrifüj ettiklerinde bantlaşmanın tüpün ortasında oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Bunun nedenini, birinci bölünme sonucunda meydana gelen bakteri DNA'larının bir ipliğinin ^{15}N, diğer ipliğinin ^{14}N taşıması yani %100 melez olması şeklinde açıklamışlardır. Bakteriler, iki nesil çoğalmaları beklenip (40 dk.) santrifüj edildiklerinde ise oluşan bakteri DNA'larının %50'sinin melez ($^{14}N^{15}N$) olduğu, %50'sinin normal azot ($^{14}N^{14}N$) içerdiği, bu nedenle de hem ortada hem üstte bantlaşma olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 1.15).



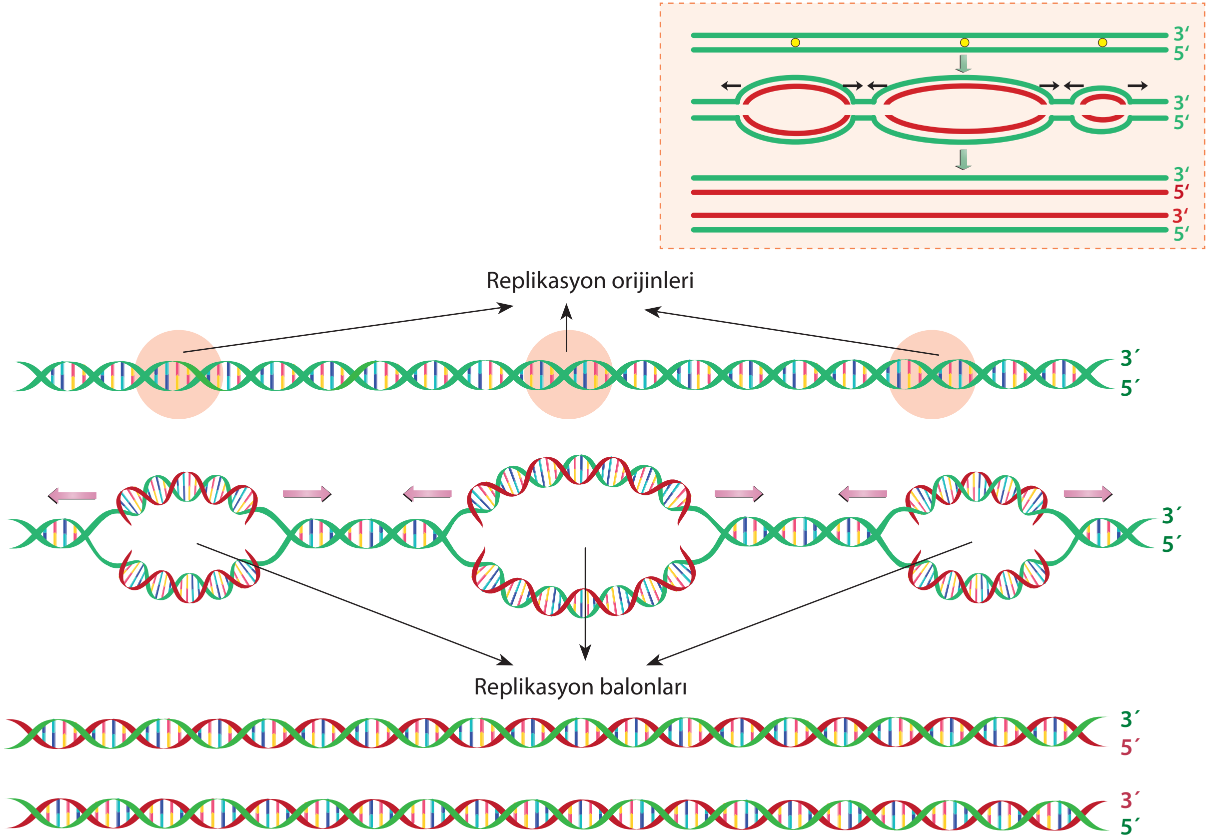
Şekil 1.15 Meselson ve Stahl'ın, DNA'nın kendini yarı korunumlu eşlemesini ispatladıkları deney

Peki, replikasyon olayı nasıl gerçekleşmektedir? DNA replikasyonunda 12'den fazla enzim ve protein görev almaktadır. Bir DNA molekülünün eşlenmesi, **replikasyon orijini** adı verilen özel bölgelerde başlar. Prokaryotlarda DNA çembersel olduğu için bir noktadan başlayan replikasyon, iki yönde devam ederek DNA tamamen kopyalanıncaya kadar sürer (Şekil 1.16).



Şekil 1.16 Prokaryotlarda DNA'nın replikasyonu

Ökaryotların DNA'ları ise prokaryotlardakinin aksine doğrusaldır ve çok daha uzundur. Ökaryot DNA'larında replikasyon sırasında yüzlerce replikasyon orijini oluşur. Böylece DNA eşlenmesi daha kısa sürede tamamlanır (Şekil 1.17).



Şekil 1.17 Ökaryotlarda DNA'nın replikasyonu

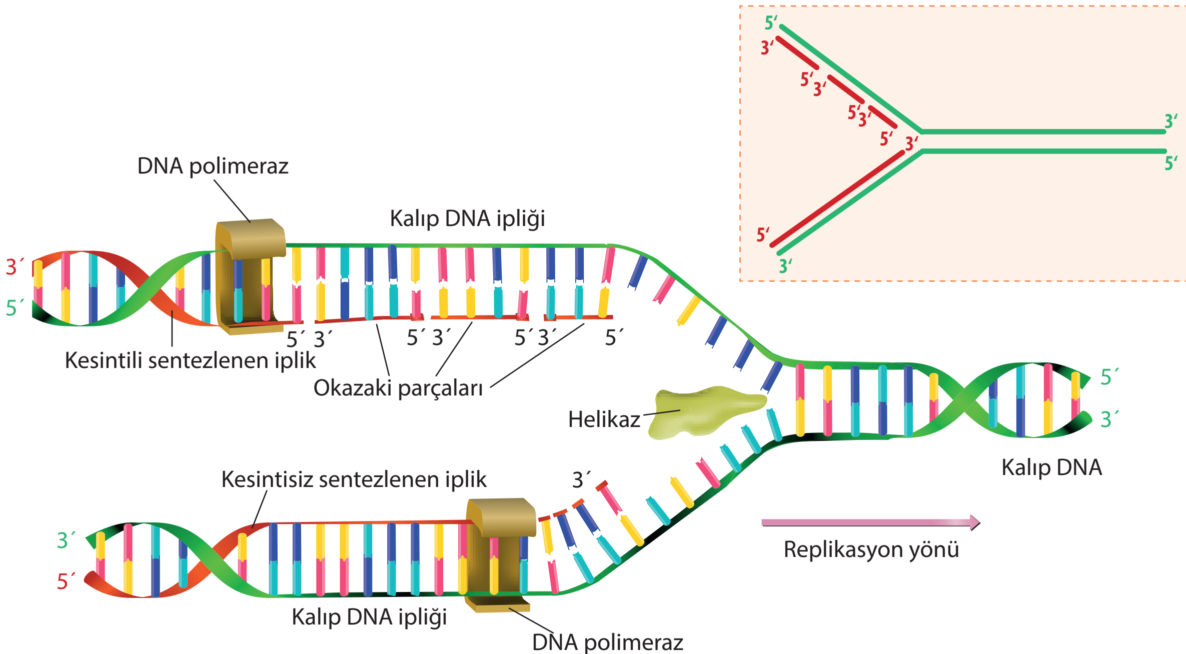
DNA eşlenmesi sırasında **helikaz** adı verilen enzim, çift sarmalın replikasyon orijinleri bölgelerine gelerek iki kolu tersine büküp açar. Arkasından **DNA polimeraz** enzimi, ayrılmış olan her DNA ipliğinin karşısına uygun yeni nükleotitleri sıralayarak kalıp DNA ipliklerine uygun birer DNA ipliği daha oluşmasını sağlar (Şekil 1.18).

DNA'nın eşlenmesi sırasında önemli bir durum daha vardır. Sentezlenen yeni iplikler farklı şekillerde uzar. DNA polimeraz enzimi, uzayan bir ipliğin sadece 3´ ucundaki nükleotidin karşısına yeni nükleotit ekleyebilir. DNA'nın yapısı konusunda anlatıldığı gibi DNA'nın iplikleri birbirine zıt yönde uzanır yani bir ipliğin 3´ ucu, diğerinin 5´ ucuna karşılık gelir. Bu durumda 3´→5´ yönünde uzanan kalıp ipliğin karşısına gelecek olan yeni iplik, 5´ ucundan 3´ ucuna doğru kesintisiz olarak sentezlenir. Diğer kalıp DNA ipliği ise 5´→3´ yönünde uzanır. Bu nedenle karşısındaki ipliğin kesintisiz bir şekilde sentezlenmesi mümkün olmaz. Replikasyon çatalı açıldıkça yeni iplik, 5´ ucundan 3´ ucuna doğru uzanan parçalar hâlinde sentezlenir. Oluşan parçaların bir süre sonra özel enzimlerle birbirine bağlanmasıyla kesintisiz bir iplik oluşur. Bu durumda yeni sentezlenen ipliklerden biri, *ileriye doğru* kesintisiz bir şekilde sentezlenirken diğeri parçalar hâlinde *geriye doğru* sentezlenmiş olur. Bu parçalara kendilerini keşfeden Japon bilim insanı Reiji Okazaki (Reici Okazaki, 1930-1975) anısına **Okazaki parçaları** adı verilmiştir (Şekil 1.18).

Bunu biliyor musunuz?

Günümüzde "Polimeraz Zincir Reaksiyonu" adı verilen bir yöntemle DNA, hücre dışında çoğaltılabilmektedir. Bu yöntemde önce sıcaklık yükseltilerek DNA çift zincirinin birbirinden ayrılması sağlanır. Kopyalamanın gerçekleşeceği tüpte serbest hâlde çok sayıda öncül baz dizileri, nükleotitler ve polimeraz enzimleri bulunur. Sıcaklık yeniden düşürüldüğünde birbirini tamamlayan nitelikteki DNA zincirleri ve baz dizileri bir araya gelir. DNA polimeraz enzimi, kalıp DNA zincirinin karşısına uygun nükleotit veya baz dizileri ekleyerek yeni bir DNA zinciri oluşturur.

Karaçay, B. (2013). Yaşamın Sırrı DNA. Tübitak Popüler Bilim Kitapları.



Şekil 1.18 Replikasyon çatalında yeni DNA ipliklerinin oluşması ve bu sırada görev alan enzimler

1. ETKİNLİK: DNA İZOLASYONU



Amaç: Soğan hücrelerinden DNA'yı izole edip mikroskopta görüntülemek

Araç Gereç: su banyosu, mikroskop, cam baget, beher, lam, lamel, bistüri, etanol (etil alkol), metilen mavisi, tülbent (ya da kahve filtre kâğıdı), tuz, sıvı bulaşık deterjanı, kuru soğan, buz parçaları

Uygulama

1. 2 yemek kaşığı tuz, 5 mL deterjan ve 50 mL su bir beherde karıştırılır.

2. Bir baş kuru soğan olabildiğince küçük doğranarak hazırlanan karışıma eklenir. Karışım, cam baget ile karıştırılır.

☞ *Soğanın ufak parçalar hâlinde kesilmesi, deterjan ve tuzun da etkisiyle hücre zarının parçalanmasını sağlar.*

3. Beher, 10 dakika kadar 60 °C'taki su banyosunda bekletilir.

☞ *Karışımın ısıtılması tuzun da etkisiyle (DNA ipliklerinin sarılı olduğu proteinler de dâhil) hücrelerdeki proteinlerin denatüre olmasını (yapısının bozulmasını) sağlar.*

4. Su banyosundan çıkarılan karışım, içi buz dolu daha büyük bir beherin içine konur ve burada da 5 dakika bekletilir.

☞ *Karışımın ısıtıldıktan sonra hızlıca soğutulması, DNA'nın zarar görmesini (denatüre olması) engeller.*

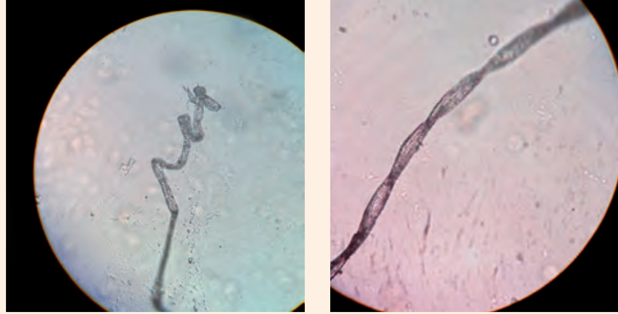
5. Karışımdaki iri soğan parçaları, bir tülbent ya da kahve filtre kâğıdı yardımıyla süzülür. Süzüntüden, deney tüpüne 5 mL alınarak içine 1 damla etanol damlatılıp hafifçe karıştırılır. 2-3 dakika beklendikten sonra lam üzerine karışımdan bir damla alınıp mikroskopta incelenir.

☞ *Filtreleme işlemi, diğer hücre kısımlarının ve proteinlerin DNA'dan ayrılmasını sağlar.*

☞ *Etanol damlatılması ile suyun DNA üzerinde oluşturduğu tabaka uzaklaştırılır ve DNA'nın daha kolay incelenmesi sağlanır.*



6. Deney tüpündeki karışıma bir damla metilen mavisi damlatıldıktan sonra karışım hafifçe karıştırılır. Lam üzerine karışımdan bir damla alınıp mikroskopta incelenir.



Sonuç

Mikroskobun 40'lık objektifinde DNA ipliklerini teşhis edip bulduğunuz görüntüleri karşılaştırınız.

2. ETKİNLİK: DNA MODELİ



Amaç: DNA molekülü modeli oluşturmak

Araç Gereç: Model için kendi hayal gücünüz doğrultusunda istediğiniz malzemeleri kullanabilirsiniz.

Uygulama

1. Sınıfta dört veya beş kişilik gruplar oluşturunuz.

2. Öğrendiğiniz bilgiler doğrultusunda modeliniz için gerekli olduğunu düşündüğünüz malzemeleri hazırlayınız.

3. DNA'nın yapısı ve replikasyonu ile ilgili bilgileriniz ışığında grup arkadaşlarınızla bir DNA modeli tasarlayınız.

4. Tasarladığınız DNA modelini oluşturunuz.

☞ *Oluşturduğunuz model üzerinde; bazlar ve aralarındaki hidrojen bağlarının, hangi bazların birbiriyle eşlendiğinin, fosfat ile şeker moleküllerinin ve fosfodiester bağlarının görünmesine dikkat ediniz.*

Kullanabileceğiniz malzemeleri önceden belirleyerek bunları etkinliği yapacağınız gün derse getiriniz.



Sonuç

Modelinizi arkadaşlarınıza tanıtınız. Hazırladığınız DNA molekül modelinin gerçeğe uygunluğunu arkadaşlarınızla tartışınız.

1. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "nükleik asitler" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. protein	2. nükleotit	3. ribozomal RNA	4. glikozidik bağ	5. taşıyıcı RNA
6. timin	7. bakteriyofaj	8. fosfat	9. mesajcı (elçi) RNA	10. helikaz
11. antikodon halkası	12. deoksiriboz	13. replikasyon orijini	14. riboz	15. gen

a) Çekirdekteki genetik bilginin bir kopyasını alıp ribozoma götürerek protein sentezine kalıplık eden RNA çeşidine .... adı verilir.

b) DNA'ya özgü azotlu organik baz: ....

c) tRNA'nın 3 nükleotitten oluşan ve çeşitliliği sağlayan bölgesi .... olarak adlandırılır.

ç) Tüm canlılarda bulunan bir organel olan, protein sentezinden sorumlu ribozom organeli, nükleik asit ve .... olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

d) Canlı organizmaların yapısında bulunan nükleik asitler, ... adı verilen birimlerden oluşmuştur.

e) DNA'nın yapısında bulunan 5 karbonlu pentoz şekeri: ....

f) Bir DNA molekülünün eşlenmeye başladığı bölgelere .... adı verilir.

g) DNA'nın bir proteinin senteziyle ilgili bilgi taşıyan parçalarına .... adı verilir.

ğ) Nükleotidin yapısındaki azotlu organik baz ile 5 karbonlu pentoz şekeri .... ile birbirine bağlanır.

h) Ribozomun yapısındaki nükleik aside .... adı verilir.

ı) DNA eşlenmesi sırasında .... adı verilen enzim, çift sarmalın replikasyon orijinleri bölgelerine gelerek iki kolu tersine bükerek açar.

i) Bakteriler içinde çoğalan virüsler .... olarak adlandırılır.

2. 2.400 hidrojen bağı bulunan bir DNA molekülünde 1.800 nükleotit olduğuna göre adenin/ guanin oranı kaçtır? Hesaplayınız.

....

....

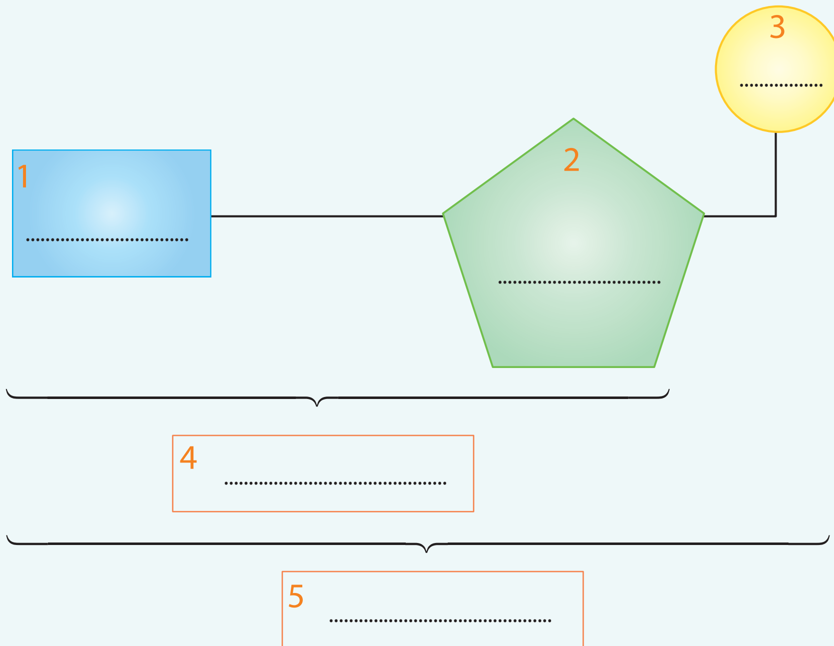
3. Bir ipliğindeki fosfat sayısı 6.000 olan DNA molekülünün iki ipliğinin arasındaki hidrojen bağı sayısı 15.500 olduğuna göre bu DNA molekülün yapısındaki;

a) Adenin bazı sayısını hesaplayınız. ....

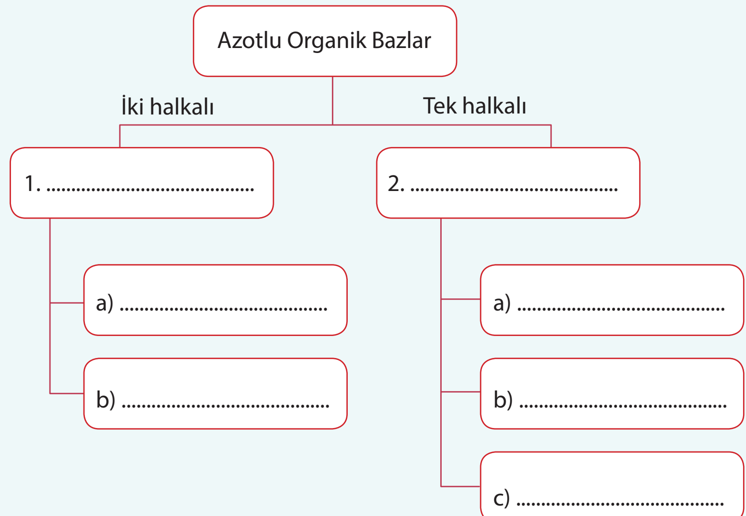
b) Guanin bazı sayısını hesaplayınız. ....

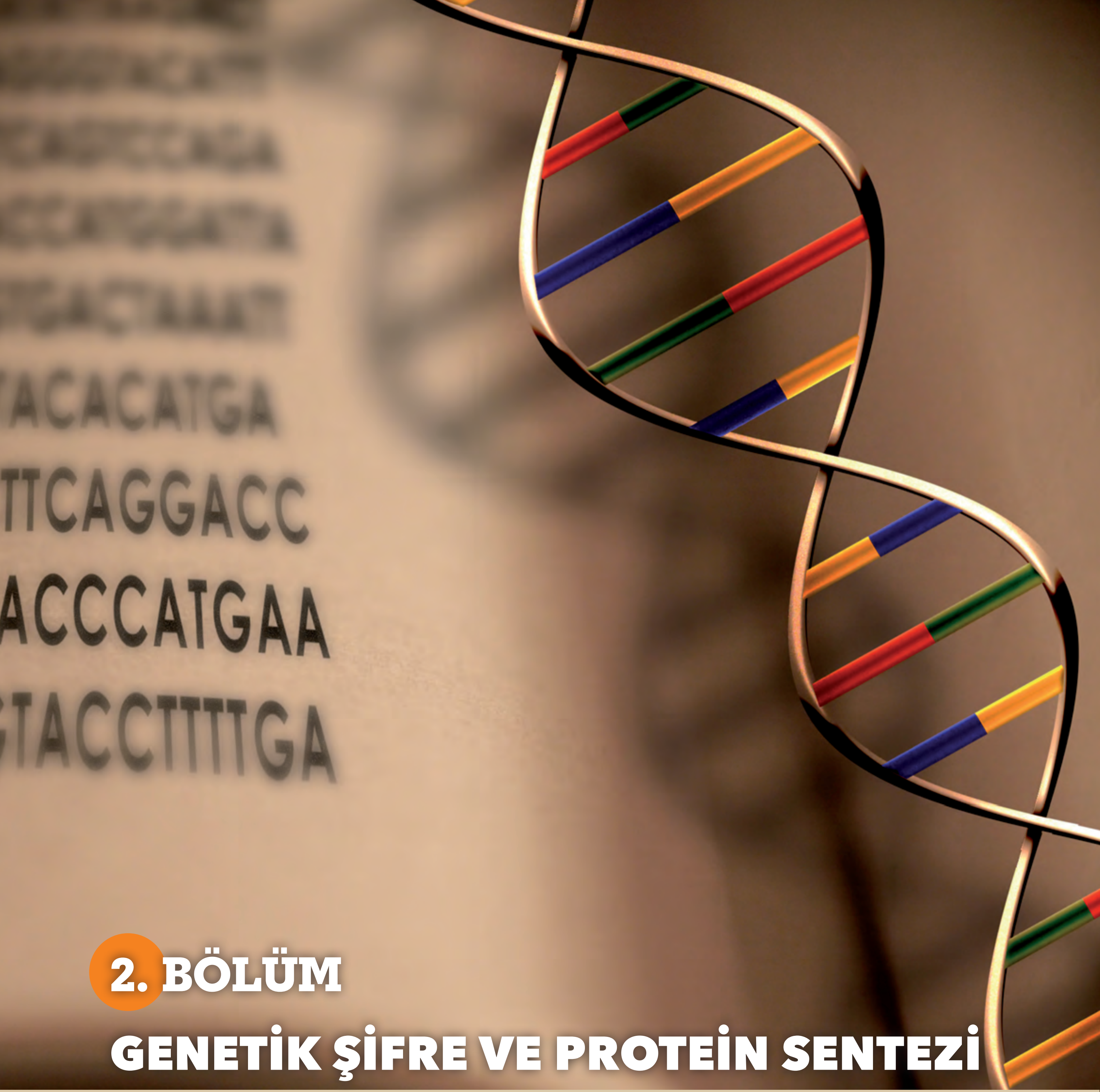
c) Pürin nükleotitlerinin, primidin nükleotitlerine oranını bulunuz. ....

4. Aşağıda, nükleik asitlerin yapı birimine ait bir şekil verilmiştir. Bu şekil üzerinde numaralarla gösterilen kısımların adını yazınız.



5. Yanda, nükleotitlerin yapısında bulunan organik bazlarla ilgili bir diyagram verilmiştir. Bu diyagramda boş bırakılan yerleri tamamlayınız.





2. BÖLÜM

GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

Organizmalarda gözlemlenen fenotipik özelliklerin tümü, farklı genetik şifrelerin ürünüdür. Her genetik şifre, fenotipte etkisini gösterebilmek için belirli bir proteinin sentezine kalıplık etmektedir. Günümüzde organizmaların genetik şifrelerine müdahale edilerek fenotiplerinde istenen yönde değişiklik yapılabilmektedir. Bunlara örnek olarak raf ömrü uzatılmış sebze ve meyveler, hızlı büyüyen ya da normalden çok büyük bitki ve hayvanlar gösterilebilir. Tüm bunlar ve daha birçok şey, gen teknolojisi ile mümkün olmaktadır. "Genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)" adı verilen bu ürünlerin kullanımı ise birçok yönüyle tartışma konusudur.

Bu bölümde genetik şifre ve protein sentezinin aşamaları anlatılacak, günümüz teknolojisiyle canlıların genetik şifresine nasıl müdahale edildiği konusunda bilgi verilecektir.

Kavramlar/Terimler

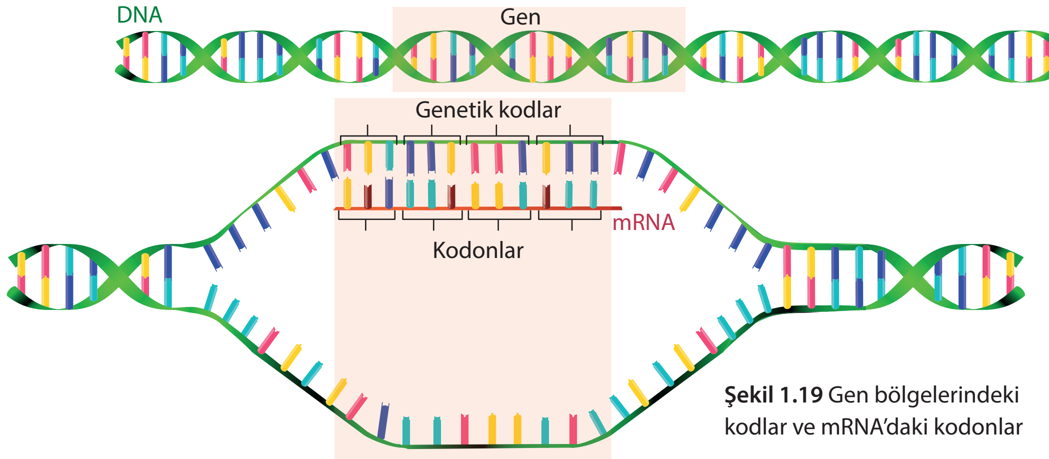
1. Genetik şifre
2. Transkripsiyon
3. Antibiyotik
4. Biyoetik
5. Kod
6. Translasyon
7. İnsülin
8. Gen terapisi
9. Kodon
10. Klonlama
11. Genetik danışmanlık
12. Biyogüvenlik
13. Antikodon

2. GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

2.1. GENETİK ŞİFRE

Bir önceki bölümde DNA'nın genetik bilgiyi depoladığı ve sonraki nesillere aktardığı, hücredeki tüm hayatsal olayları yönettiği anlatılmıştı. Peki, nasıl oluyor da yapısında sadece dört çeşit nükleotit bulunan bir molekül bu kadar farklı işlevi gerçekleştirebiliyor? DNA'nın moleküler yapısı tüm canlılarda aynı dört çeşit nükleotitten oluşmaktadır. Canlılar arasındaki farklılık ise nükleotitlerin DNA üzerindeki sayıları ve dizilişlerinden kaynaklanmaktadır. Bunu şu şekilde daha iyi anlayabiliriz: Alfabemizde 29 harf olmasına rağmen bu harflerle 100.000'den fazla anlamlı kelime oluşturabiliyor, bu kelimelerle de binlerce cümle kurabiliyoruz. Aynı şekilde DNA üzerindeki 4 çeşit nükleotitten çok sayıda farklı özelliğin kodu oluşturulabilmektedir. Harflerle oluşturduğumuz kelimelerin ve kelimelerle kurduğumuz cümlelerin bir anlamı olduğu gibi DNA üzerindeki 4 çeşit nükleotidin değişik kombinasyonları ile oluşan ve nükleotit sayısının yüz binlere kadar çıkabildiği **gen** adı verilen parçaların da anlamları vardır. İnsan vücudunda protein kodlayan yaklaşık 21 bin çeşit gen olduğu tahmin edilmektedir. Gen bölgeleri, çok sayıda nükleotitten oluşur ve bir proteinin sentezi ile ilgili **genetik şifre** taşır. Örneğin, bir gen çeşidinin taşıdığı şifre ile kasların yapısına katılan aktin proteini sentezlenebilirken başka bir gen çeşidinin taşıdığı şifre ile kanın pıhtılaşmasında görev alan fibrinojen proteini sentezlenebilmektedir.

Hücre çekirdeğindeki DNA üzerinde bulunan genetik bilgiler, sitoplazmadaki ribozomlarda gerçekleşen protein sentezine nasıl etki etmektedir? DNA'dan RNA'ya aktarılan genetik bilginin ribozomda proteine nasıl dönüştüğü 1960'lı yıllarda British Columbia (Brıtiş Kolumbia) Üniversitesinden Har Gobind Khorana (Har Gobind Korana, 1922-2011) ve Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsünden Marshall Warren Nirenberg (Marşal Varın Nayrınberg, 1927-2010) tarafından çözülmüştür. Proteinlerin yapı taşları olan amino asitlerin sayısının 20 olduğu biliniyordu ancak amino asitlerin DNA üzerinde nasıl şifrelendikleri bilinmiyordu. DNA üzerinde bulunan adenin, timin, guanin ve sitozin nükleotitlerinin her biri bir çeşit amino asit şifreleseydi sadece 4 çeşit amino asit oluşabilirdi. Nükleotitler ikişerli olarak amino asitleri şifreleseydi 4 çeşit nükleotidin ikili kombinasyonlarıyla (4^2) en fazla 16 çeşit amino asit oluşabilirdi. Oysa üç nükleotit bir amino asidi şifrelerse 4 çeşit nükleotidin 3'lü kombinasyonlarıyla (4^3) 64 çeşit amino asit elde edilebilir ki bu da mevcut 20 çeşit amino asidin şifrelenmesi için fazlasıyla yeterlidir. Nitekim yapılan deneysel çalışmalar göstermiştir ki DNA'nın mRNA sentezi için kalıplık yapan bir ipliğindeki her üç nükleotit bir amino asit şifrelemektedir. DNA üzerindeki amino asit şifreleyen bu üç nükleotitlik parçalara **genetik kod**, bu kodların mRNA üzerindeki karşılıklarına ise **kodon** adı verilmiştir (Şekil 1.19).



Şekil 1.19 Gen bölgelerindeki kodlar ve mRNA'daki kodonlar

DNA'daki genetik bilginin proteinlere dönüşmesinde genlerden sentezlenen mRNA molekülleri görev almaktadır. DNA'nın bir zincirinden sentezlenen ve tek zincirden oluşan mRNA, genetik şifrenin kopyasını ribozoma götürerek protein sentezine kalıplık eder. Bu sırada sitoplazmadaki tRNA'lar ise uygun amino asitleri uygun sıra ile ribozoma taşır.

DNA'daki her genetik kod, bir amino asidi şifrelemektedir fakat bir amino asit çok sayıda kod tarafından şifrelenebilmektedir. Örneğin, TAC (timin, adenin, sitozin) şeklindeki bir koddan AUG (adenin, urasil, guanin) şeklinde bir kodon sentezlenmekte, bu kodon da proteinin yapısındaki metiyonin amino asidine karşılık gelmektedir. Fenilalanin amino asidi hem UUU hem de UUC kodonları ile; Arjinin amino asidi ise CGU, CGC, CGA ve CGG kodonları ile şifrelenebilmektedir. Bu durum canlının bazı mutasyonlardan korunmasını da sağlar. Örneğin, DNA üzerindeki genetik kodu AAA olan bir kod, fenilalanin amino asidini kodlamaktadır. Bu kod, mutasyona uğrayıp AAG'ye dönüşürse mRNA'daki kodon UUC olacağından sentezlenen proteinin yapısındaki amino asit, fenilalanin olarak kalacaktır ve mutasyon etkisini gösteremeyecektir. UAA, UAG ve UGA kodonlarının ise hiçbir amino asidi şifrelemediği belirlenmiştir. Tablo 1.1'de tüm kodonlar ve bu kodonların sentezlediği amino asitler gösterilmektedir:

Tablo 1.1 Kodonlar ve Şifreledikleri Amino Asitler

Birinci Baz Sırası	İkinci Baz Sırası: U (Urasil)	C (Sitozin)	A (Adenin)	G (Guanin)	Üçüncü Baz Sırası
U	UUU, UUC Fenilalanin UUA, UUG Lösin	UCU, UCC, UCA, UCG Serin	UAU, UAC Tirozin UAA, UAG Durdurma kodonları	UGU, UGC Sistein UGA Durdurma kodonu UGG Triptofan	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG Lösin	CCU, CCC, CCA, CCG Prolin	CAU, CAC Histidin CAA, CAG Glutamin	CGU, CGC, CGA, CGG Arjinin	U C A G
A	AUU, AUC, AUA İsolösin AUG Metiyonin Başlatma kodonu	ACU, ACC, ACA, ACG Treonin	AAU, AAC Asparajin AAA, AAG Lizin	AGU, AGC Serin AGA, AGG Arjinin	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG Valin	GCU, GCC, GCA, GCG Alanin	GAU, GAC Aspartik asit GAA, GAG Glutamik asit	GGU, GGC, GGA, GGG Glisin	U C A G

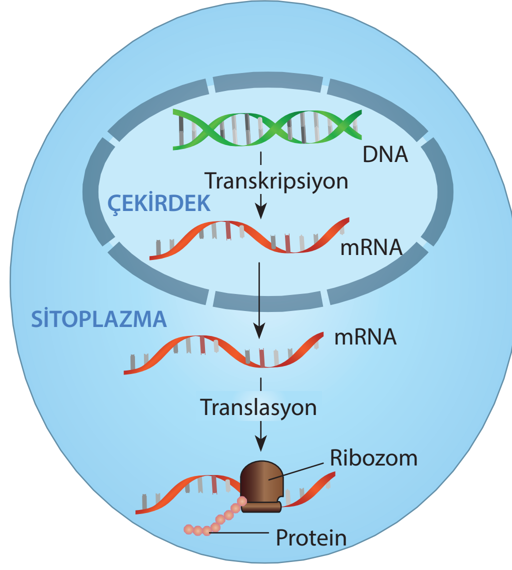
Tüm mRNA'lar, AUG kodonu ile başlar ve buna bağlı olarak protein sentezi sırasında kullanılan ilk amino asit metiyonin amino asidi olur. AUG kodonuna **başlatma kodonu** adı verilir. Amino asit şifrelemeyen UAA, UAG ve UGA kodonlarından biri ise mRNA'nın sonunda bulunur ve **durdurma (stop) kodonu** adını alır. Protein sentezi sırasında, durdurucu kodonlara karşılık amino asit ve tRNA gelmez. Bu nedenle 64 çeşit mRNA kodonu olmasına rağmen hücrelerde en fazla 61 çeşit antikodon yani tRNA bulunur.

2.2. PROTEİN SENTEZİ

Genlerdeki genetik bilginin ribozomlardaki proteinlere dönüşme süreci iki ana basamakta gerçekleşmektedir. Bunlar:

- DNA'nın bir ipliğinin üzerindeki genetik kodlara uygun olarak mRNA sentezinin gerçekleştiği **transkripsiyon** olayı,
- mRNA'nın, şifrenin kopyasını alıp sitoplazmaya geçmesinden sonra ribozom tarafından okunup protein sentezinin gerçekleştiği evre olan **translasyon** evresidir.

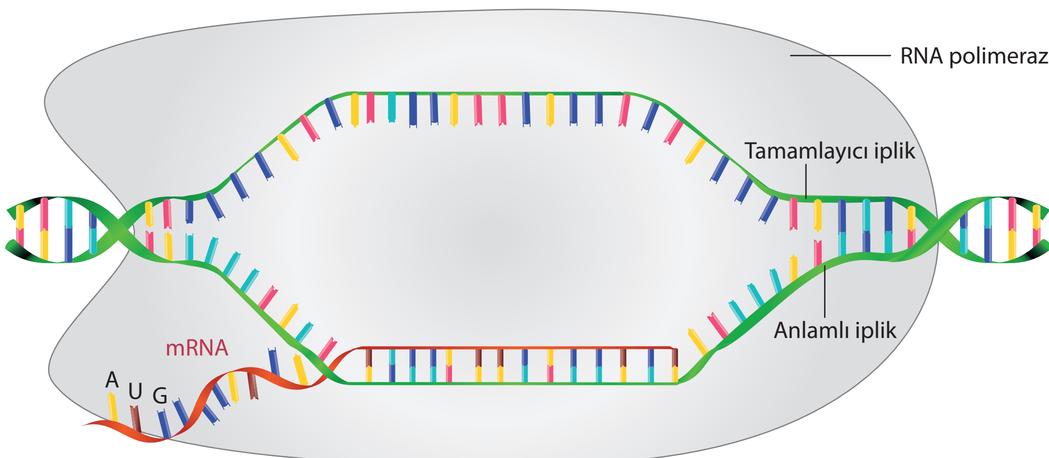
Francis Crick, 1958 yılında bu sürece **santral dogma** adını vermiştir (Şekil 1.20).



Şekil 1.20 Genetik bilginin mRNA aracılığıyla ribozoma taşınması (Santral dogma)

2.2.1. TRANSKRİPSİYON

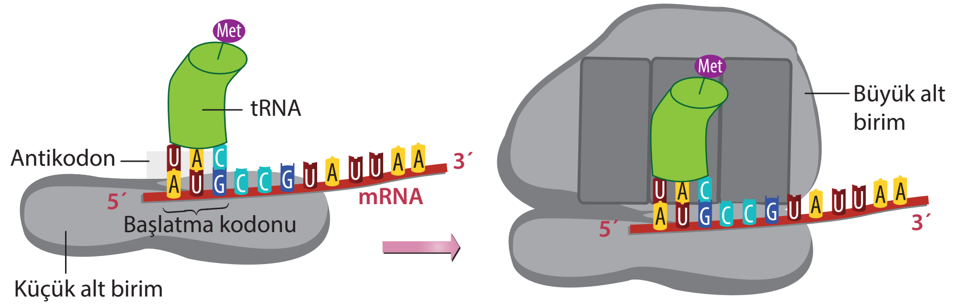
Protein sentezi başlamadan önce DNA üzerinden mRNA sentezinin gerçekleşmesi gerekir. Bu sentez, **RNA polimeraz** enzimi tarafından gerçekleştirilir. Protein sentezi için bilgi taşıyan genin iki sarmalı RNA polimeraz tarafından kısmî olarak çözülür. Genin iki ipliğinden RNA sentezi için kalıp görevi yapana **anlamlı iplik**, karşısındakine ise **tamamlayıcı iplik** denir. Anlamlı iplikteki nükleotitlerin her birinin karşısına mRNA sentezi için uygun nükleotit gelir. Adeninin karşısına urasil, timinin karşısına adenin, guaninin karşısına sitozin, sitozinin karşısına ise guanin nükleotidinin gelmesiyle anlamlı ipliğin karşısında bir mRNA zinciri sentezlenmiş olur. Bu olaya **transkripsiyon** denir (Şekil 1.21). Sentezlenen tüm mRNA moleküllerinin ilk üç nükleotidi, başlatma kodonunu oluşturan adenin, urasil ve guanindir (AUG). Durdurma kodonlarından birine (UAA, UAG veya UGA) gelindiğinde ise mRNA'nın sentezi sona erer, böylece transkripsiyon süreci tamamlanmış olur. RNA polimeraz enzimi DNA'dan ayrılır ve DNA'nın iki ipliği tekrar birleşir. Sentezlenen mRNA, çekirdekten çıkar ve sitoplazmaya geçerek ribozomun küçük alt birimine bağlanır.



Şekil 1.21 RNA polimeraz tarafından mRNA sentezinin gerçekleşmesi

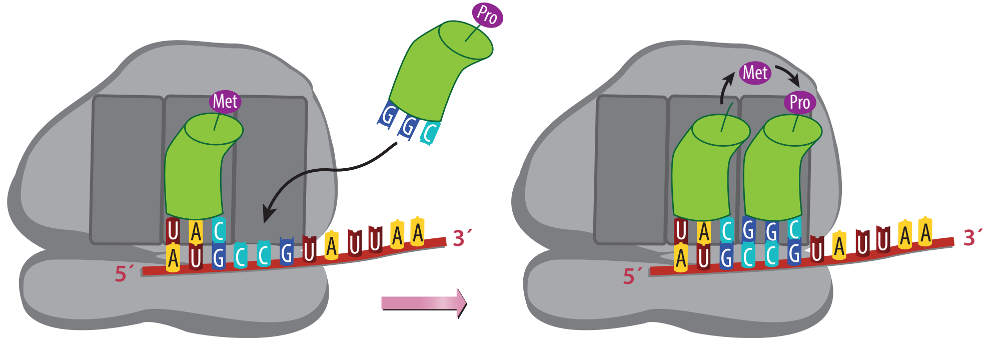
2.2.2. TRANSLASYON

Sitoplazmaya geçen mRNA'nın, ribozomun küçük alt birimine bağlanması ile translasyon olayı başlar. mRNA'nın başlatma kodonu (AUG), ribozom tarafından okunur. AUG kodonunun karşılığı olan UAC antikodonuna sahip tRNA, sitoplazmada metiyonin amino asidini kendine bağlar. Bu sırada ATP harcanır. tRNA, taşıdığı metiyonin amino asidini mRNA'nın başlatma kodonuna karşılık gelecek şekilde ribozoma getirir. İlk amino asit ribozoma getirildikten sonra ribozomun büyük alt birimi küçük alt birimine bağlanır ve böylece protein sentezi başlar (Şekil 1.22).



Şekil 1.22 Başlatma kodonunun okunması ve protein sentezinin başlaması

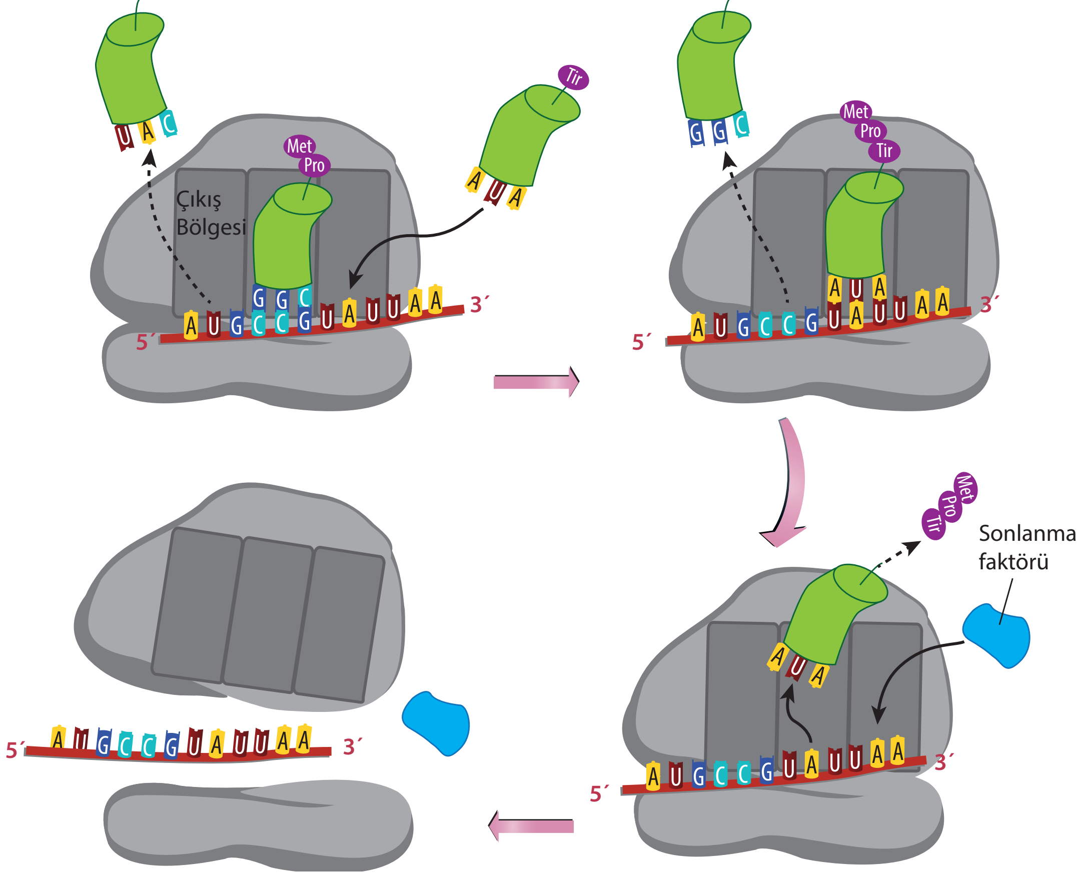
Sonraki aşamada ikinci kodon okunur ve bu kodona karşılık gelen antikodona sahip tRNA, aynı şekilde sitoplazmada kendi amino asidini bağlayarak ribozomdaki ilk tRNA'nın yanına yerleşir. Bu iki tRNA'nın taşıdıkları amino asitler arasında peptit bağı kurulur (Şekil 1.23).



Şekil 1.23 İkinci tRNA'nın ribozoma girmesi ve amino asitler arasında peptit bağının kurulması

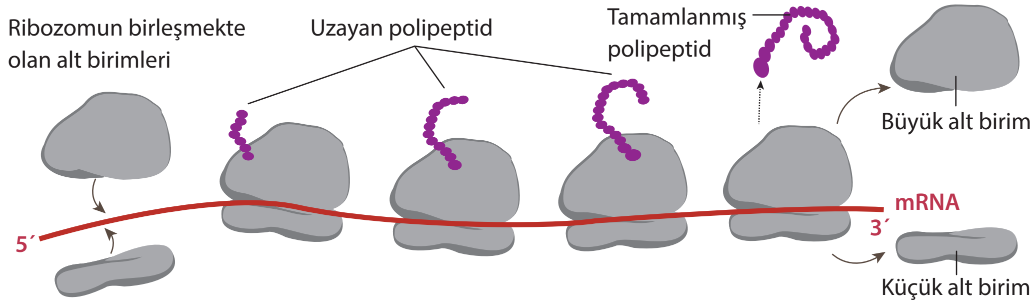
İlk amino asit, ikinci amino aside bağlandıktan sonra ilk amino asidi getiren tRNA, çıkış bölgesine gelerek ribozomu terk eder. Bu sırada ribozom, mRNA'nın üzerinde bir kodon kayar ve üçüncü kodonu okur. Üçüncü kodonun okunması ile bu kodona karşılık gelen ve üçüncü amino asidi taşıyan tRNA ribozoma girer. İkinci amino asit ile üçüncü amino asit peptit bağı ile bağlanır. Amino asidini bırakan ikinci tRNA da aynı şekilde çıkış bölgesinden ribozomu terk eder (Şekil 1.24).

Dikkat edilecek olursa ribozomda tRNA'ların bulunabildiği üç bölge vardır. Bu bölgelerden birincisi tRNA'nın ribozoma girdiği, ikincisi amino asitlerin birbirine bağlandığı, üçüncüsü ise amino asidini bırakan tRNA'nın ribozomu terk ettiği bölgedir. Okunma ve amino asitlerin birbirine bağlanması son amino asit gelinceye kadar devam eder. Ribozom, mRNA'nın sonundaki durdurma kodonuna geldiğinde bu kodona karşılık gelen antikodona sahip tRNA bulunmadığından buraya amino asit getirilemez. Durdurma kodonu, sonlanma faktörü adı verilen proteini bağlar. Bu protein, sentezlenmiş olan polipeptid zincirinin tRNA'dan koparak serbest kalmasını sağlar (Şekil 1.24).



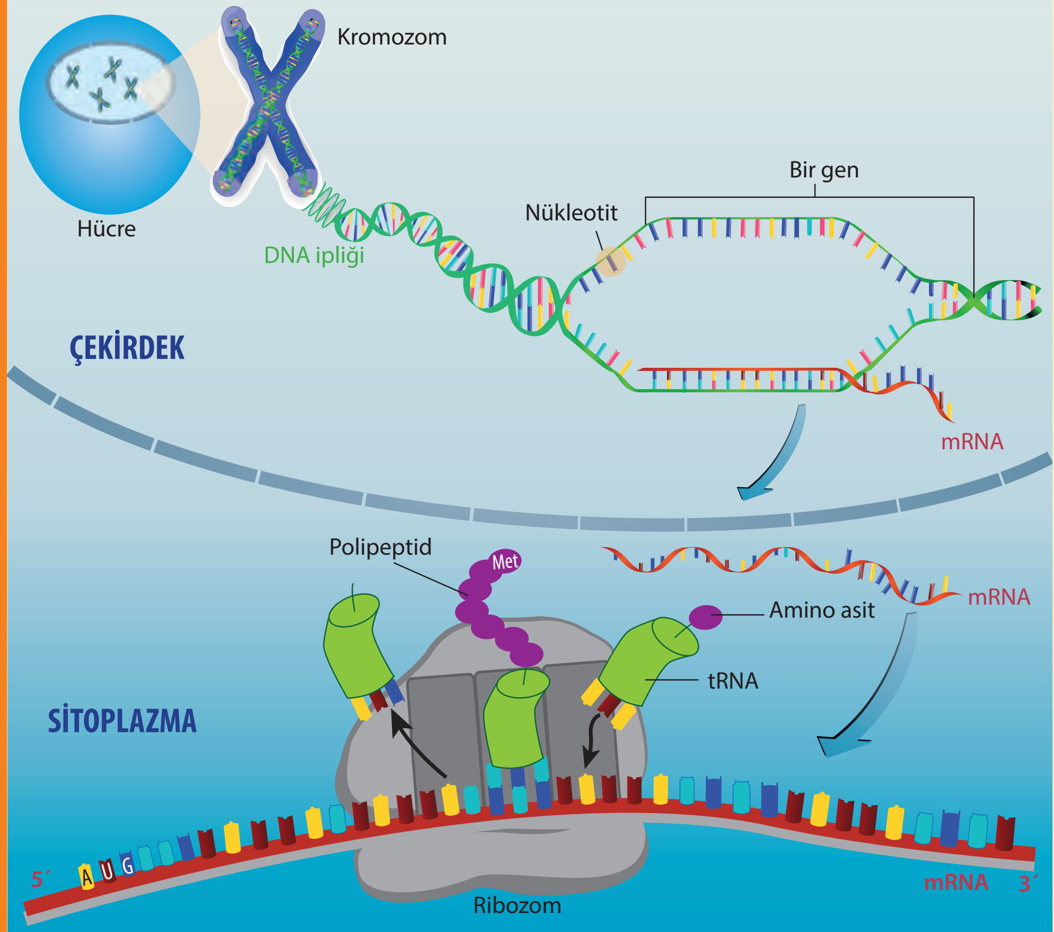
Şekil 1.24 tRNA'ların ribozomu terk etmesi ve protein sentezinin sonlanması

Eğer aynı protein çeşidinden çok sayıda üretilmesi gerekiyorsa mRNA, aynı anda çok sayıda ribozom tarafından okunabilir; buna **polizom** adı verilir. Polizom durumunda enerji ve zaman tasarrufu sağlanarak bir protein çeşidinden aynı anda çok sayıda üretilmiş olur (Şekil 1.25).



Şekil 1.25 mRNA'nın çok ribozom tarafından okunması (polizom)

Aşağıdaki şekil üzerinde transkripsiyon ve translasyon olayları bir arada gösterilmiştir:



İnsan bedeninde trilyonlarca hücre bulunur. Vücut hücrelerimizin her birinin çekirdeğinde, 23'ü anneden, 23'ü de babadan gelen toplam 46 kromozom bulunur. Kromozomlar, proteinlere sıkıca sarılmış olan DNA iplikçiklerinden meydana gelir. DNA ise sarmal biçimde bükülmüş bir çift iplikten oluşur.

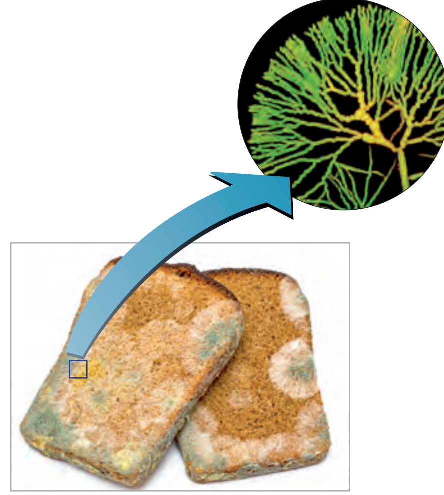
DNA iplikleri, "nükleotit" adı verilen birimlerin art arda dizilmesiyle oluşur. Nükleotitler; bir şeker, bir fosfat bir de azotlu bazdan oluşur. Nükleotitlerin dizilişi, canlıların kendine özgü özelliklerinin oluşması için gereken kalıtsal bilgileri yani genetik şifreyi ifade eder. Genetik şifre, farklı özellikleri kodlayan nükleotit dizilerinden yani genlerden meydana gelir. Her DNA molekülünde kalıtsal bilgilerimizin depolandığı çok sayıda gen bulunur. İnsan genlerinin her birinin uzunluğu farklı farklıdır, kimilerinin uzunluğu binlerce nükleotidi bulur.

Bedenimizin her bir işlevinin proteinlere gereksinimi vardır ve bu proteinlerin üretilmesini genlerimiz yönetir. İnsan bedeninde on binlerce farklı protein üretilir. Buna rağmen bedenimizdeki tüm kalıtsal şifrenin yalnızca %2-5'i protein kodlayan gen bölgelerinden oluşur. Genler arasında protein kodlama işlevi olmayan uzun nükleotit dizileri bulunur.

2.2.3. BİR GEN BİR POLİPEPTİD HİPOTEZİ

Protein sentezi konusunda anlatıldığı gibi proteinlerin sentezi, DNA üzerindeki genlerin kontrolünde gerçekleşir. Enzimler protein yapısında olduğundan enzimlerin sentezlenmesi de belirli genler tarafından kontrol edilir. Enzimler, canlılardaki yaşamsal olaylarda görevli moleküllerdir. Bu nedenle enzimlerin sentezinden sorumlu genlerin yapısının bozulması, canlının yaşamını önemli ölçüde etkiler.

Canlılardaki her bir enzimin, bir gen tarafından şifrelendiği düşünülmektedir. Bu bilgi, 1940'lı yıllarda George Beadle (Corc Bidıl, 1903-1989) ve Edward Tatum'un (Edvırt Tatum, 1909-1975) ekmek küfüne neden olan *Neurospora crassa* (Nörospora krassa) adlı mantar türü (Resim 1.6) ile yaptıkları deneylerle ispatlanmıştır. Beadle ve Tatum, bu çalışmalarıyla 1958 yılında Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'nü almışlardır. Deneyde kullanılan *Neurospora* (yabanıl tip); karbonhidrat, mineral ve biyotin (B7 vitamini) içeren basit besi ortamlarında yaşamını devam ettirip çoğalabilen bir mantardır. Yani hiç amino asit bulunmayan bir ortamda bile diğer organik besinleri amino asitlere çevirebilen enzimlere sahiptir. Araştırmacılar, *Neurospora* sporlarını X ışınlarına maruz bıraktıktan sonra gelişen mutantların bir bölümünün basit kültür ortamında yaşayamadıklarını tespit etmişlerdir. Fakat bu mutantları, 20 amino asidin de bulunduğu ortama koyduklarında mutantların yaşamlarını devam ettirebildiklerini gözlemlemişlerdir. Böylece mutasyonun, amino asit sentezinde bir soruna yol açtığı sonucuna ulaşmışlardır.



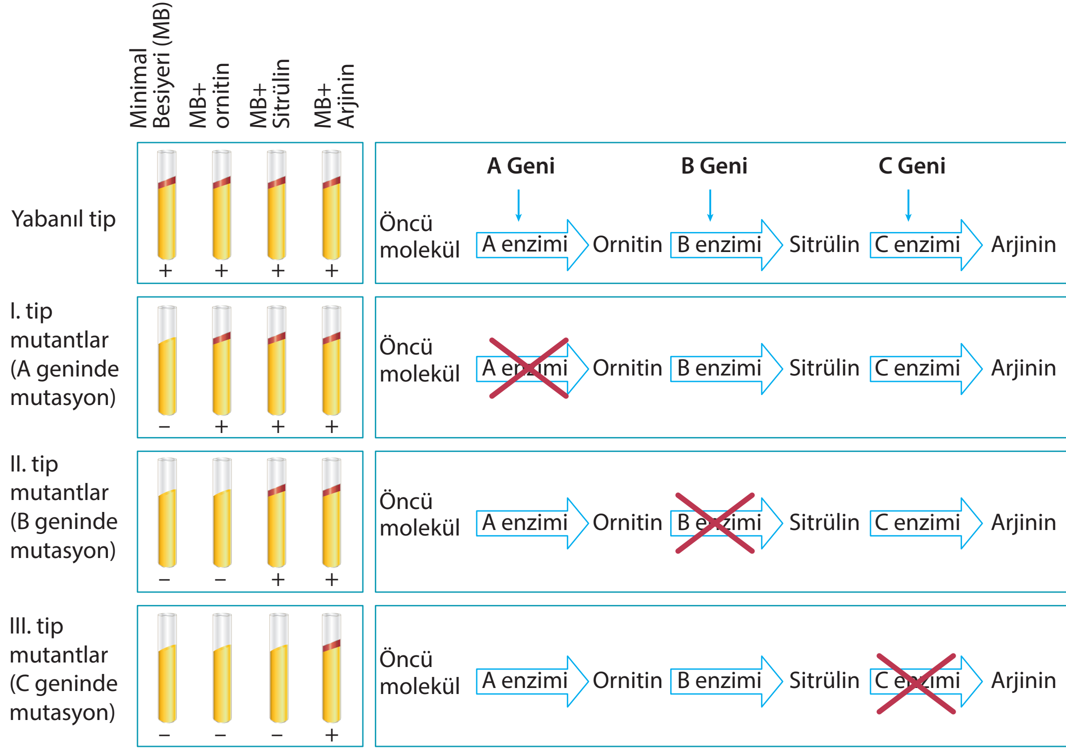
Resim1.6 Ekmek küfüne neden olan *Neurospora crassa*

Amino asitlerin birbirine dönüştürülmesinde farklı enzimler görev alır. Mutasyona uğrayan hücrelerde enzim yapıları bozulduğundan bu dönüşüm tamamlanamaz ve bazı amino asitlerin eksikliği yaşanır. Beadle ve Tatum, tam besin ortamında (tüm amino asitlerin bulunduğu ortam) yaşayabilen mutant türlerden örnekler alıp bu türleri basit kültür ortamının bulunduğu deney tüplerine aktarmışlar ve her tüpe tek bir amino asit çeşidi ilave etmişlerdir. Bu sayede mutasyonun hangi enzim üzerinde etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Örneğin; mutasyona uğramış sporlar, basit kültür ortamında üreyemezken arjinin amino asidinin bulunduğu ortamda üreyebilirlerse arjinin sentezinden sorumlu genlerinde bir mutasyon olduğu anlaşılır.

Araştırmacılar, arjinin amino asidinin; öncü bir organik molekülün ornitine, ornitinin sitrüline, sitrülinin ise arjinine dönüştüğü basamaklar şeklinde sentezlendiğini belirlemişlerdir. Deneyleri sonucunda bu basamaklardaki reaksiyonları gerçekleştiren farklı enzimleri sentezleyemeyen üç tip mutant elde etmişlerdir:

- Birinci tip mutantlar; ornitin, sitrülin ve arjininin ayrı ayrı verildiği ortamlarda yaşayabilirken sadece öncü molekül, verilen ortamda yaşayamamaktadır (Öncü molekülü, ornitine dönüştüren enzim zarar görmüştür.).
- İkinci tip mutantlar, ayrı ayrı sitrülin ve arjinin verilen ortamlarda yaşayabilirken sadece öncü molekül ya da ornitin verilen ortamlarda yaşayamamaktadır (Ornitini sitrüline dönüştüren enzim zarar görmüştür).

- Üçüncü tip mutantlar ise arjinin verilen ortamlarda yaşayabilirken öncü molekül, ornitin ya da sitrülin verilen ortamlarda yaşayamamaktadır (Sitrülini, arjinine dönüştüren enzim zarar görmüştür.) (Şekil 1.26).



Şekil 1.26 Beadle ve Tatum'un *bir gen bir enzim hipotezi*ni ispatladıkları deney

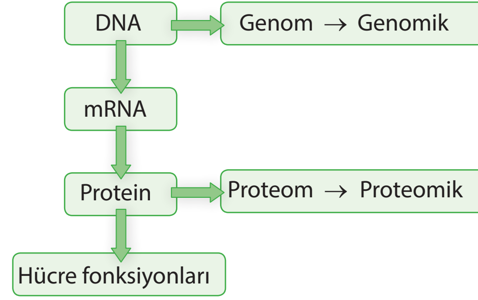
Beadle ve Tatum, deneyleri sonucunda mutantlardaki tek bir genin bozukluğunun bir enzimin üretimini engellediğini belirlemişler ve bu durumu bir gen bir enzim hipotezi olarak açıklamışlardır. Moleküler biyoloji alanında daha fazla bilgi edinilmesiyle birlikte bu hipotez değişikliğe uğramıştır. Bütün proteinlerin enzim olmadığı (insülin, keratin vb.) bilgisinden yola çıkan araştırmacılar, bir genin bir proteini şifrelediğini düşünmeye başlamışlardır. Bununla birlikte pek çok protein iki veya daha fazla sayıda farklı polipeptid zincirinden oluşmaktadır ve her polipeptid bir gen tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle Beadle ve Tatum'un açıklamaları, **bir gen bir polipeptid hipotezi** olarak yeniden adlandırılmıştır.

2.3. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ

Biyoteknoloji, doğa bilimleri ve çeşitli mühendislik dallarından yararlanarak DNA teknolojisiyle yeni bir organizma elde etmek veya var olan bir organizmanın genetik yapısında arzu edilen yönde değişiklikler meydana getirmek amacıyla kullanılan yöntemlerin tamamını kapsayan bir bilim dalıdır. Çok çeşitli uygulama alanları olan biyoteknoloji ile doğal olarak var olmayan yeni ürünler elde edilir veya ihtiyacı karşılayamayan ürünlerin daha fazla miktarda üretilmesi sağlanır. Bu duruma; protein, antibiyotik, hormon, antikor vb. maddelerin üretimi, yeni özelliklere sahip sebze ve meyvelerin üretimi, tıbbi bitki ve çiftlik hayvanı üretimi, yapay organ ve doku üretimi, atıkların yeniden kullanılabilir hâle getirilmesi örnek olarak verilebilir. Biyoteknolojinin faydalandığı bilim dallarından biri olan **genetik mühendisliği** ise genlerin izolasyonu, çoğaltılması, nükleotit dizilişlerinin belirlenmesi, farklı canlıların genle-

rinin birleştirilmesi ya da bir canlıdan başka bir canlıya gen aktarılması gibi çalışmalarla uğraşır; böylece canlıların genetik yapısını değiştirerek onlara farklı özellikler kazandırır. Biyoteknoloji, genetik mühendisliği yöntemlerini araç olarak kullanır. Biyoteknoloji uygulamaları; mikrobiyoloji, biyokimya, moleküler biyoloji, protein mühendisliği gibi pek çok farklı alanı bünyesinde toplar. Bu nedenle biyoteknoloji, disiplinler arası bir yaklaşım gerektiren, geniş kapsamlı bir bilim dalıdır. Biyoteknolojinin çalışma alanlarının başında genomik, proteomik ve biyoinformatik gelir:

- **Genom**, bir organizmanın DNA'ları üzerindeki genetik bilgilerin tamamıdır. Organizmaların genomları üzerinde çalışan **genomik**, bir organizmanın tüm DNA dizisinin belirlenmesi, genom organizasyonu ve gen ifadesinin kontrolü çalışmalarını içerir.
- **Proteomik**, bir organizmada genom tarafından kodlanan tüm proteinlerin sistematik olarak çalışıldığı disiplindir (Şekil 1.27).



Şekil 1.27 Genomik ve proteomik arasındaki biyokimyasal ilişki

- **Biyoinformatik** ise biyolojik bilgilere bilgisayar teknolojisini ve matematiği uygulayarak karmaşık biyolojik verileri derleyen ve analiz eden bilimsel disiplindir.

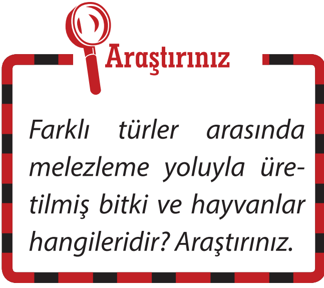
Biyoteknoloji alanında özellikle son yıllarda büyük aşamalar kaydedilmesine karşın, biyoteknoloji uygulamaları aslında çok eskiye dayanmaktadır. Biyoteknoloji, gündelik yaşamı kolaylaştırmak amacıyla geleneksel olarak çok eskiden beri kullanılmaktadır. İlk olarak antik Mısırlılar fermantasyonu kullanmışlardır. Binlerce yıl önce insanlar; yoğurdu, peyniri, kefiri üretirken biyoteknoloji alanında ilk adımları atmışlardır. Ayrıca yüzyıllardır geleneksel ıslah çalışmalarıyla farklı özelliklere sahip canlıları seçip eşleştirerek istenen özellikte bitki ve hayvanlar üretmeye çalışmışlardır. Ancak geleneksel ıslah çalışmalarının bazı yetersizlikleri vardır. Örneğin, yeni canlıya istenen özellikler kazandırılmaya çalışılırken istenmeyen bazı özellikler de aktarılabilmektedir. Üstelik bu çalışmalar çok zaman almakta, istenen özellik elde edilinceye kadar çok fazla eşleştirme işlemi yapmak gerekebilmektedir. Ayrıca sadece anne ve babanın DNA'ları ile çalışıldığı için ıslah amacıyla kullanılabilen genetik madde çok kısıtlıdır. Geleneksel ıslah yönteminin bu olumsuzlukları, genetik mühendisliğinin kullanıldığı modern ıslah yöntemleri ile aşılmıştır.

2.3.1. MODERN ISLAH YÖNTEMLERİ

Melezleme

Melezleme, farklı genotiplere sahip bireylerin çaprazlanmasıyla yeni özelliklere sahip yavrular elde edilmesidir. Melezleme, tür içinde olabileceği gibi farklı türler arasında da olabilir.

Bir ırk içinde uzun süre sadece kendi arasında eşleşme yapılmasıyla zararlı çekinik genlerin homozigot olarak bir araya gelmesi ve canlıya zarar vermesi söz konusu olabilir. Ancak farklı karakterler bakımından homozigot ırkların çaprazlanmasıyla gen alışverişi sağlanırsa istenen özelliklere sahip melez canlılar da elde edilebilir. Örneğin; et verimi düşük, süt verimi yüksek sığırlar ile et verimi yüksek, süt verimi düşük sığırların çaprazlanmasıyla yüksek et



Farklı türler arasında melezleme yoluyla üretilmiş bitki ve hayvanlar hangileridir? Araştırınız.

ve süt verimine sahip, ticari değeri daha yüksek olan sığırların üretilmesi mümkün olmaktadır (Resim 1. 7a). Bitkilerdeki tür içi melezlemeye ise besin değeri yüksek domates ırklarının seçimi ile elde edilen kumato (siyah domates), farklı patlıcan ırklarının seçimi ile üretilen çekirdeksiz patlıcan gibi çok sayıda örnek verilebilir (Resim 1.7b).


(a)


(b)

Resim 1.7 Tür içi melezleme örnekleri: (a) Et ve süt verimi yüksek sığır, (b) Besin değeri yüksek siyah domates

Farklı türlerin melezlenmesiyle elde edilen hayvanlara verilen en tipik örneklerden biri, erkek eşek ile dişi atın çiftleşmesiyle meydana gelen katırdır (Resim 1.8a). Bitkilerde ise dayanıklılık, lezzet gibi faktörler dikkate alınarak yapılan çok sayıda melez üretimi bulunmaktadır. Örneğin; ahududu ile çileğin, limon ile mandalinanın, erik ile kayısının melezi (Resim 1.8b) üretilmektedir.


(a)


(b)

Resim 1.8 Türler arası melezleme örnekleri: (a) Katır, (b) Erik ve kayısı melezi

Yapay Döllenme

Modern ıslah yöntemlerinden biri de yapay döllenmedir. Yapay döllenmede, istenen özelliklere sahip canlının spermleri alınarak yine istenen özellikteki bir canlının yumurtalarını döllemesi sağlanır (Resim 1.9).


Resim 1.9 Yapay döllenme

Poliploidi

Hücrelerdeki kromozom sayısının 3n veya daha fazla olmasına **poliploidi** denir. Hayvanlarda ender olarak rastlanan poliploidi, daha çok bitkilerde görülür. Poliploidi, yapay üretim yoluyla oluşabildiği gibi bazı hayvanlar ve birçok bitkide doğal olarak da meydana gelebilir. Ayrıca bazı durumlarda yeni türlerin oluşmasına yol açabilir. Poliploidi; bitkilerde genellikle daha büyük çiçek, meyve ve tohumların oluşmasını sağlar. Bu nedenle poliploit bitkiler; özellikle tarımda ekonomik değeri yüksek tahıl, sebze, meyve ve süs bitki-

leri üretiminde tercih edilir. Örneğin; çilek, poliploit bir bitkidir. Çilek bitkisinin diploit (2n), tetraploit (4n), hekzaploit (6n), oktoploit (8n) ve dekaploit (10n) türleri vardır. İstisnaları olsa da kabaca, daha çok kromozom içeren çilek türlerinin daha dayanıklı ve büyük bitkiler olduğu, daha iri meyveler verdiği söylenebilir. Örneğin, misk kokulu çilek olarak bilinen *Fragaria moschata* (Fragarya moşata)*;* uzun, iri, gösterişli bir bitkidir. Çiçekleri 20-25 cm çapında, iri özelliktedir. Yapraklarının üst kısmından çıkan çiçek salkımı, meyve oluşumuyla birlikte ağırlaşarak yere doğru eğilir. Çanak yaprakları meyve üzerinde kalkık olarak yer alır. Açık kırmızı, mat kahverengimsi veya mor-kırmızı renkteki meyveleri keskin bir üzüm kokusuna sahiptir (Resim 1.10a). Hayvanlar âlemine ait bir poliploidi örneği ise *Xenopus laevis* (Ksenopus levis) adı verilen, büyük yumurta ve embriyolarıyla tanınan 4n kromozomlu Afrika pençeli kurbağasıdır (Resim 1.10b).


(a)


(b)

Resim 1.10 Poliploit canlılara örnekler: (a) Misk kokulu çilek, (b) Afrika pençeli kurbağası

Gen Aktarımı

Günümüzde bilim insanları, istenen genlerin bitki, hayvan ya da mikroorganizmalara aktarımını kontrol edebilmekte ve canlıya yeni özellikler kazandırabilmektedirler. Farklı bir türden gen aktarılarak belirli özellikleri değiştirilmiş canlılara **genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)** veya **transgenik organizma** adı verilir. Transgenik hayvanlar henüz gıda ihtiyacımızı karşılamada bir yere sahip değildir ancak transgenik bitkilerin gıda ihtiyacını karşılamaya yönelik kullanımına başlanmıştır. Örneğin; doğal yollarla üretilen pirinçte bulunmayan ve A vitamini öncüsü olan beta karoten maddesinin oluşumundan sorumlu gen, nergis bitkisinden *Agrobacterium tumefaciens* (Agrobakteriyum tumefasiyens) bakterisi aracılığıyla çeltiğe aktarılmıştır. Böylece pirince beta-karoten üretme yeteneği kazandırılmıştır. Altın pirinç olarak adlandırılan bu pirincin üretimi ile A vitamini eksikliğinin giderilmesi amaçlanmaktadır (Resim 1.11a, b).


(a) (b)

Resim 1.11 (a) Normal, (b) Genetiği değiştirilmiş altın pirinç

Gen Klonlaması

DNA teknolojisinde adı geçen bir diğer kavram da gen klonlamasıdır. **Gen klonlaması,** bir genin kopyasını oluşturmak için kullanılan yöntemleri kapsar. Tek bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı aynı olan hücrelere **klon** denir. Genlerin klonlanmasında çoğunlukla bakterilerden yararlanılır. Çünkü bakteriler; sağlam hücre duvarları sayesinde olumsuz koşullara da-

yanıklıdır, hızlı çoğalır, kolaylıkla izole edilebilir, genetik modifikasyonlara uygundur ve ucuz kaynaklarla beslenebilir.

Klonlamada, bakteri sitoplazmasında bulunan ve hücre DNA'sından bağımsız olarak çoğalan, **plazmit** adı verilen halka şeklindeki küçük DNA parçaları kullanılır. Gen klonlamasının aşamaları (Şekil 1.28) şunlardır:

1 Plazmit, bakteriden ayrıştırılır.

2. Klonlanması istenen geni taşıyan DNA izole edilir.

3. İzole edilen DNA ve plazmit, **restriksiyon enzimleri** adı verilen özel enzimlerle kesilir. Restriksiyon enzimleri DNA ve plazmitteki özel bölgeleri tanır ve nükleotit dizilerini bu noktalardan keser. Kesilen plazmit ve klonlanacak gen, **ligaz enzimi** ile birleştirilir. Böylece iki farklı kaynaktan gelen DNA'nın kombinasyonu olan bir **rekombinant (yeni bileşenli) DNA** molekülü elde edilir.

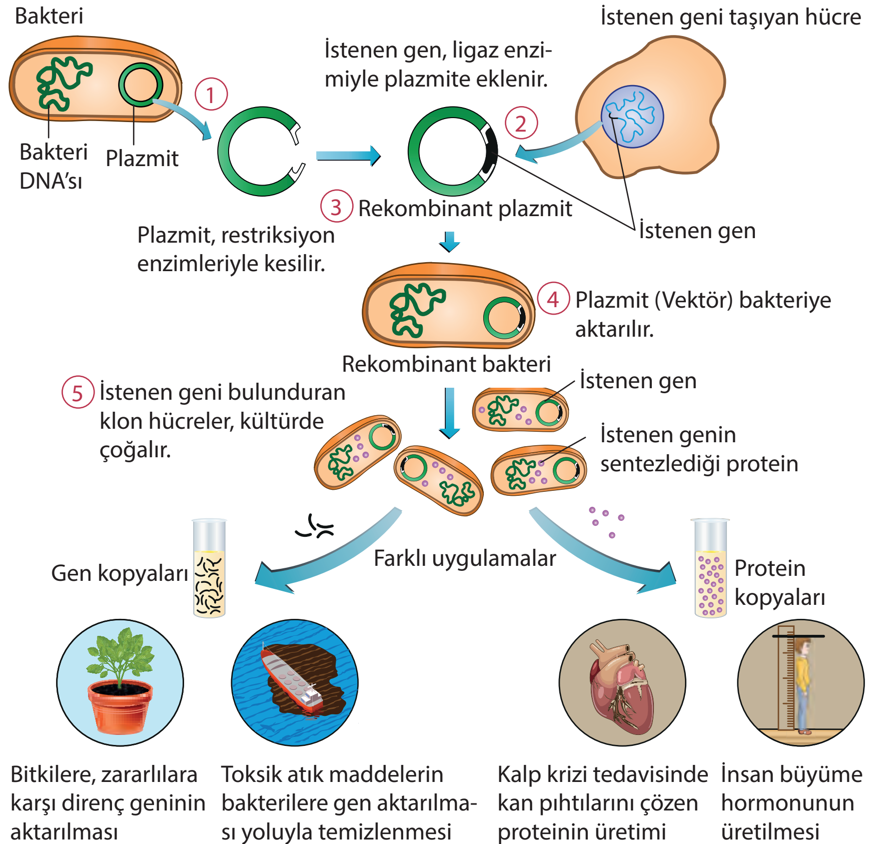
4. Oluşan rekombinant DNA molekülü (genetiği değiştirilmiş plazmit), bakteri hücresine tekrar aktarılır. İstenen geni taşıyan bu plazmit, bir **taşıyıcı (vektör)** olarak görev yapmış olur.

5. Bakteri, kültürde çoğaltılır. Böylece istenen geni taşıyan, dolayısıyla bu gen tarafından kodlanan proteini sentezleyebilen yüzlerce yeni hücre (klon) meydana gelir. Bu klonların içerdikleri genler ya da genlerin ürettiği proteinler pek çok alanda kullanılabilmektedir.

Bunu biliyor musunuz?

Ülkemizin ilk klon canlıları olan Oyalı ve Zarife adlı kuzular, 2007 yılında İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesinde uzman ekip tarafından üretilmiştir. Aynı ekip, Hawaii Üniversitesi araştırmacılarıyla ortaklaşa bir çalışma gerçekleştirerek 24 Temmuz 2013'te ülkemizin ilk transgenik tavşanlarını, 23 Kasım 2013 tarihinde de "Çimen" adını verdikleri ilk transgenik kuzuyu üretmiştir. Çimen'in doğumu ile birçok hastalığın tedavisinde kullanılan biyoteknolojik ilaçların üretilmesinde önemli bir aşamanın tamamlandığını belirten ekip, yakın bir gelecekte de sütünden ilaç üretilen hayvanlar elde edilebileceğini açıklamıştır.

Bilim ve Teknik, Şubat 2014

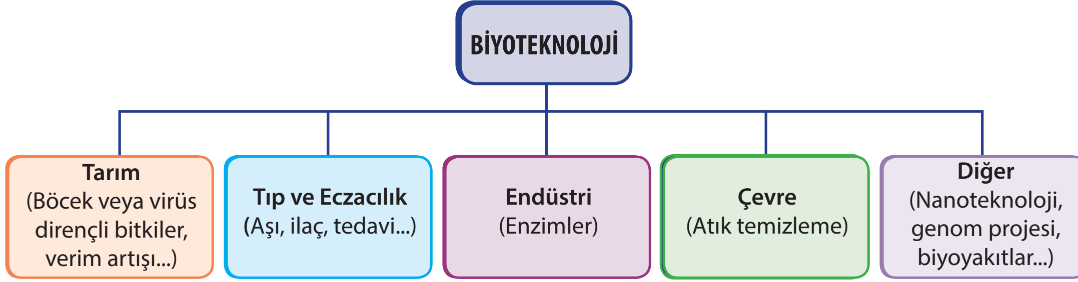


Şekil 1.28 Gen klonlaması aşamaları

2.3.2. GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamaları; tıp, eczacılık, endüstri, tarım, çevre sorunlarının çözümü gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Şema 1.1).

Şema 1.1 Biyoteknolojinin kullanıldığı alanlar



Tarım Alanındaki Uygulamalar

Rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bitkilerde ürün kalitesi ve verimlilik artırılabilmekte; bitkinin böceklere, soğuğa, kuraklığa, tuza, herbisitlere (yabancı ot öldürücüler), virüslere vb. karşı dirençli olması sağlanabilmektedir. Günümüzde hastalıklara karşı direnç gösterme, geç olgunlaşma gibi özellikleri kodlayan genlere sahip çok sayıda bitki tanımlanmıştır. Ayrıca pek çok bitkinin tek bir doku hücresi, kültür ortamında geliştirilerek olgun bitki oluşturulabilmektedir. Bütün bunlar, tarımda DNA teknolojisinin kullanımını oldukça kolaylaştırmaktadır. Genetiği değiştirilmiş tek bir hücreden; istenen özellikleri taşıyan, verimli bitki türleri elde edilebilmektedir. Oluşan türler, kazandıkları yeni özellikleri, sonraki nesillere tohumla taşımaktadır.

Bitki hücrelerine yeni genlerin aktarılmasında, vektör (taşıyıcı) olarak çoğunlukla bir toprak bakterisi olan *Agrobacterium tumefaciens*'ten (Agrobakteriyum tumefasiyens) elde edilen plazmit kullanılmaktadır. Bu bakteri, plazmitini doğal olarak bitki hücresine verebilmektedir. İstenen genler (örneğin, böceğe direnç geni) bu bakterinin plazmitine aktarılır. Rekombinant olan bu plazmit, bitki hücrelerine geçince istenen gen, bitkiye aktarılmış olur. Genetiği değiştirilmiş bitki hücreleri, doku kültürü yöntemiyle çoğaltılır. Böylece rekombinant DNA taşıyan bitkiler elde edilmiş olur. Örneğin, tarım arazilerinde yabancı otları öldürmek için kullanılan herbisit adı verilen kimyasallardan biri de glifosattır. Glifosat kullanımı; yabancı otların yanı sıra mısır, arpa, tütün gibi tarım ürünlerine de zarar vermektedir. Rekombinant DNA teknolojisi ile glifosata dirençli tarım ürünleri elde edilerek sadece yabancı otların ölmesi, yetiştirilmek istenen tarım ürününün zarar görmemesi sağlanabilmektedir. Bunun için izlenen işlem basamakları şöyledir:

1. *Agrobacterium tumefaciens* bakterisinin plazmiti izole edilip restriksiyon enzimi ile kesilir.
2. Glifosata direnç geni, restriksiyon enzimi ile kesilerek izole edilir.

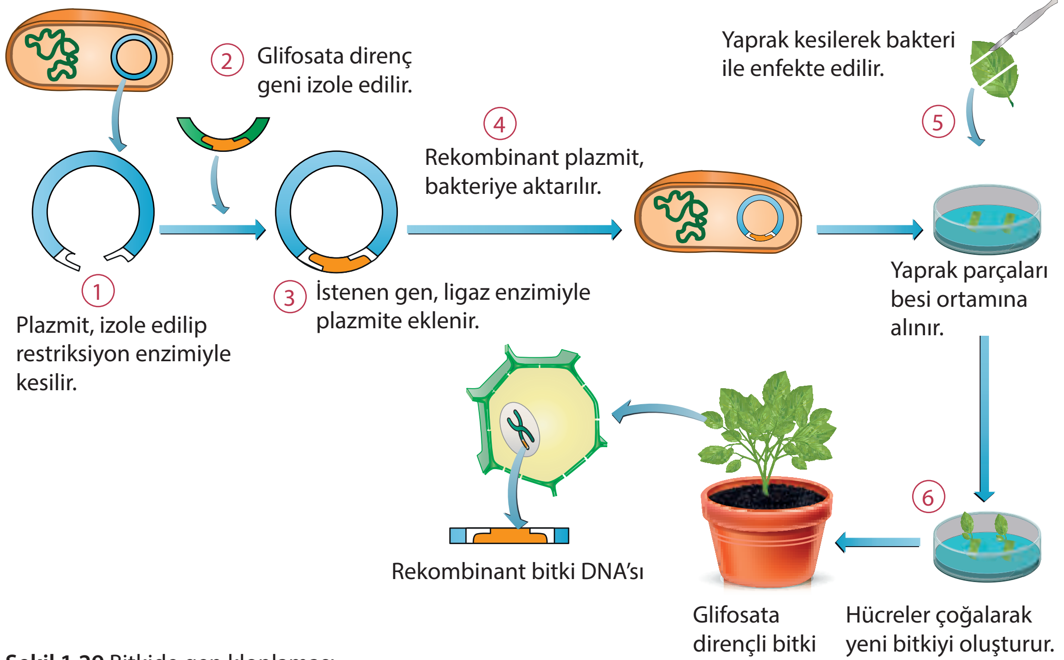
Bunu biliyor musunuz?

Genetiği değiştirilmiş gıda ürünlerinin satışına ilk kez 1994'te ABD'de izin verildi. ABD'de piyasaya çıkarılan genetiği değiştirilmiş ilk ürün, raf ömrü uzatılmış domates oldu. Bilim insanları, çok soğuk şartlarda yaşayabilen bir balık olan dil balığından alınan antifreeze genini domates bitkisine aktararak soğuğa dirençli domates geliştirdiler.

http://maycalistaylari.comu.edu.tr

(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

3. İzole edilen glifosata direnç geni, ligaz enzimi ile bakterinin plazmitine eklenir.
4. Oluşturulan rekombinant plazmit, bakteriye aktarılır.
5. Bitkinin yaprağı kesilerek rekombinant plazmiti taşıyan bakteri ile enfekte edilir. Bakteri, plazmitini bitki hücresinin DNA'sına aktarır. Enfekte edilen yaprak parçaları, büyüme hormonu içeren besi ortamına alınır.
6. Glifosata direnç genini taşıyan bitki hücrelerinin doku kültüründe çoğaltılmasıyla bu geni yeni nesillere de aktarabilecek olan dirençli bitkiler elde edilir (Şekil 1.29).



Şekil 1.29 Bitkide gen klonlaması

DNA teknolojisi kullanılarak kimyasal maddelerin kullanımına gerek kalmadan tarım ürünlerine zarar veren böcek, virüs ve yabancı otlara karşı dirençli bitkiler elde edilmiş olur. Böylece bitki verimliliği sağlanırken tarım ilaçlarının çevreye ve sağlığa verdiği zarar da önlenmiş olur.

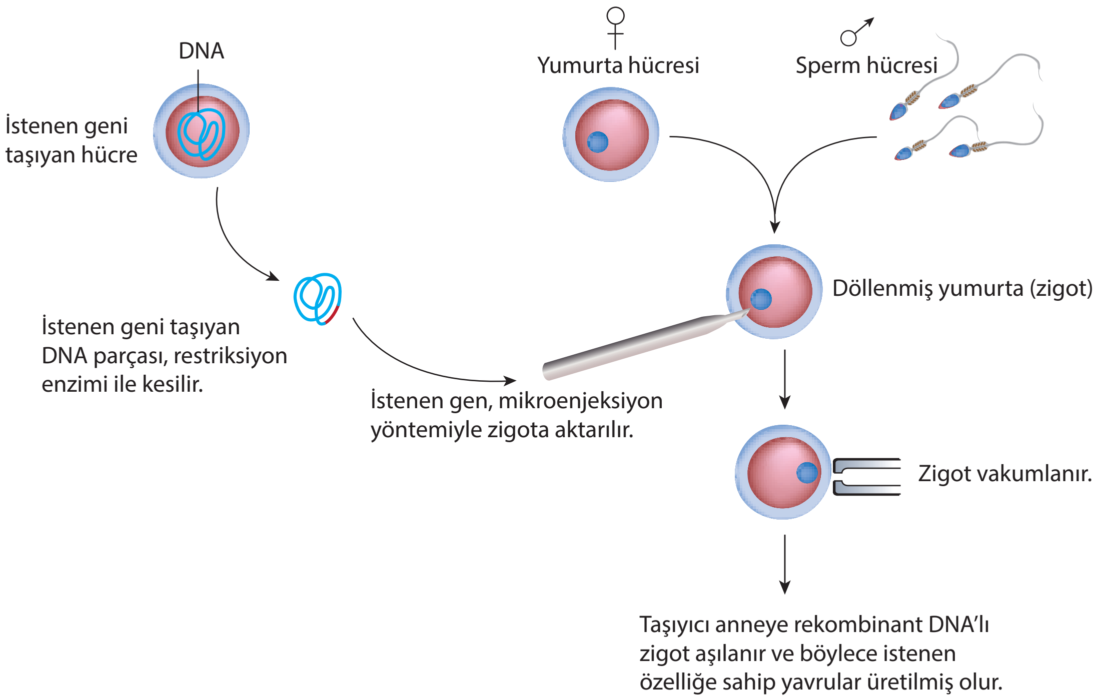
Tarımda DNA teknolojisi çalışmaları, bitkilerin kalitesini ya da besin değerini artırmak amacıyla da kullanılmaktadır. Örneğin, yoncaya amino asit sentezine yardımcı bir gen aktarılmış ve böylece bitkinin protein bakımından zenginleşmesi sağlanmıştır. Tarımda, bu teknolojinin farklı şekillerde kullanımına pek çok örnek vermek mümkündür. Ateş böceğinin ışık saçmasını sağlayan *lusiferaz* adlı enzime ait genin izole edilerek tütün bitkisine aktarılması sonucu, bu bitkinin ışık saçması da bu çalışmaların sınırlarının ne kadar genişlediğini gösteren örneklerden biridir (Resim 1.12).



Resim 1.12 Lusiferaz enzim geni aktarılmış tütün bitkilerinin karanlıktaki görüntüleri

DNA teknolojisi, günümüzde çiftlik hayvanlarının tedavisi amacıyla kullanılan aşıların ve büyüme hormonlarının üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca başka bir türün genlerini taşıyan transgenik canlıları oluşturmak için de bu teknolojiden faydalanılmaktadır. Buradaki amaç, çoğu zaman ihtiyaçları dikkate alarak hayvanları çeşitli özellikler bakımından daha iyi hâle getirmektir. Örneğin, bir koyun varyetesinde kaliteli yün oluşumunu sağlayan bir gen belirlenip klonlanabilir ve bu gen, diğer koyunlara ya da keçi gibi diğer hayvanlara aktarılabilir. Yine, sütü besin içeriği bakımından zenginleştirmek için yüksek kazein (süt proteini) içerikli süt veren, genetiği değiştirilmiş sığırlar yetiştirilebilir. Diğer bir transgenik hayvan üretme amacı da az miktarda bulunan biyolojik maddeleri, fazla miktarda üretmektir. Ayrıca hayvan ırklarının gen teknolojisiyle DNA düzeyinde karakterize edilerek sınıflandırılması sayesinde kesin bir şekilde ırk ayrımı yapılması da mümkün olmaktadır.

Peki, bilim insanları transgenik bir hayvanı nasıl oluşturmaktadırlar? Yetişkin bir hayvandan alınan yumurta hücreleri laboratuvar koşullarında döllenir. Öncelikle istenen geni taşıyan DNA, diğer canlıdan alınarak izole edilir. Sonra istenen gen, restriksiyon enzimi ile kesilir ve mikroenjeksiyon yöntemiyle döllenmiş yumurtaya aktarılır. Genetiği değiştirilmiş yumurta hücresi, taşıyıcı hayvanın döl yatağına aşılanır. Embriyonun başarılı bir şekilde gelişmesi durumunda, istenen geni taşıyan transgenik bir hayvan üretilmiş olur (Şekil 1.30). Örneğin, bu yolla insan büyüme hormonu genini taşıyan hücrenin DNA parçası, restriksiyon enzimi ile kesilmiş ve laboratuvar ortamında fare zigotuna mikroenjeksiyon yöntemiyle aktarılmıştır. Rekombinant DNA taşıyan bu zigot, taşıyıcı annenin döl yatağına aşılanmıştır. Sonuçta, işlem görmemiş zigottan gelişen farelere göre çok daha büyük olan fareler üretilmiştir.



Şekil 1.30 Transgenik hayvan oluşumu

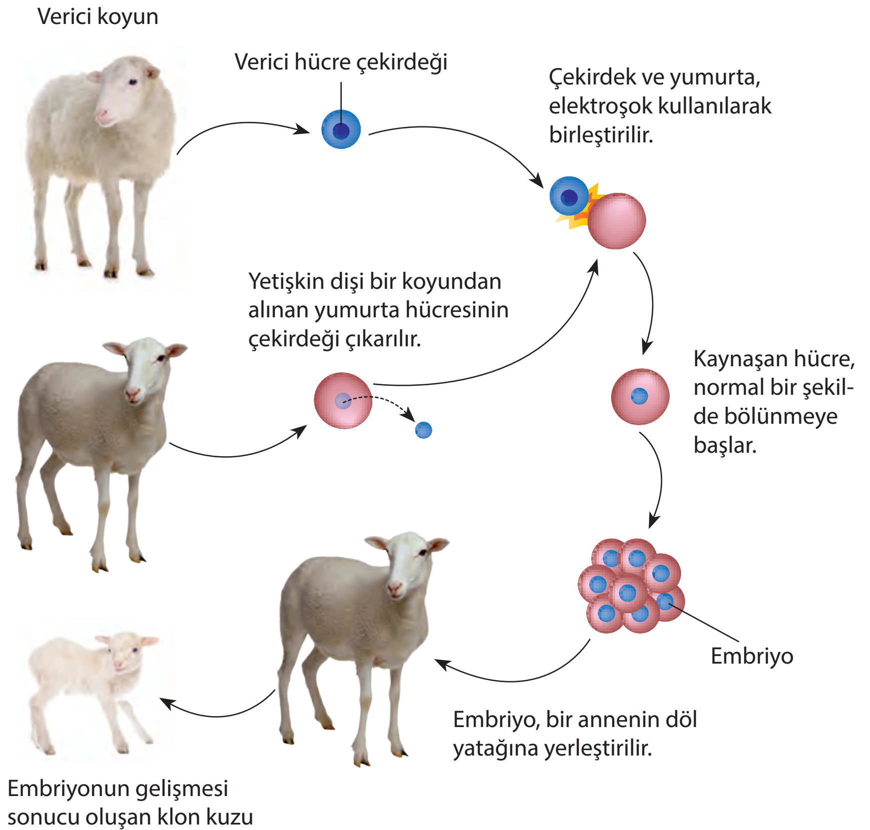
Bunu biliyor musunuz?

Anadolu topraklarında en az 100 yıldır yaşayan ve sayıları gittikçe azalan yerli sığır ırklarının korunması amacıyla çeşitli projeler yürütülmektedir. Bunlardan biri de İstanbul ve Uludağ Üniversitelerinin TÜBİTAK ile iş birliği içinde yürüttükleri "Anadolu Yerli Sığırlarının Klonlanması" adlı projedir. Bu proje kapsamında üretilen sığır klon embriyoları, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi çiftliğinde bulunan taşıyıcı annelere transfer edilmiştir. Dokuz ayını tamamlayan bir gebe, 19.08.2009 tarihinde İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesinde sezaryenle dünyanın ilk boz sığır ırkı klon buzağısı olan "Efe"yi dünyaya getirmiştir.

Bilim ve Teknik, Eylül 2009

Biyoteknoloji uygulamalarının hayvancılık sektöründe en etkin örneklerinden biri de klonlamadır. Klonlama, bir canlının tıpa tıp aynısının üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Hayvan klonlama işleminde, yetişkin bir hayvandan (verici canlı) alınan bir vücut hücresinin genetik bilgiyi içeren hücre çekirdeği çıkartılır. Bu hücre çekirdeği, çekirdeği çıkarılmış bir yumurta hücresine aktarılır. Burada yapılan işlem, çekirdek ve yumurta hücresinin elektroşok kullanılarak birleştirilmesidir. Böylece çekirdeği çıkarılan yumurta hücresi, spermle döllenmeye gerek kalmadan 2n kromozomlu hâle gelir ve taşıyıcı annenin döl yatağına (uterus) yerleştirilir. Gebelik sürecinin sonunda doğan hayvan, çekirdeği alınan verici canlının bire bir kopyası olur.

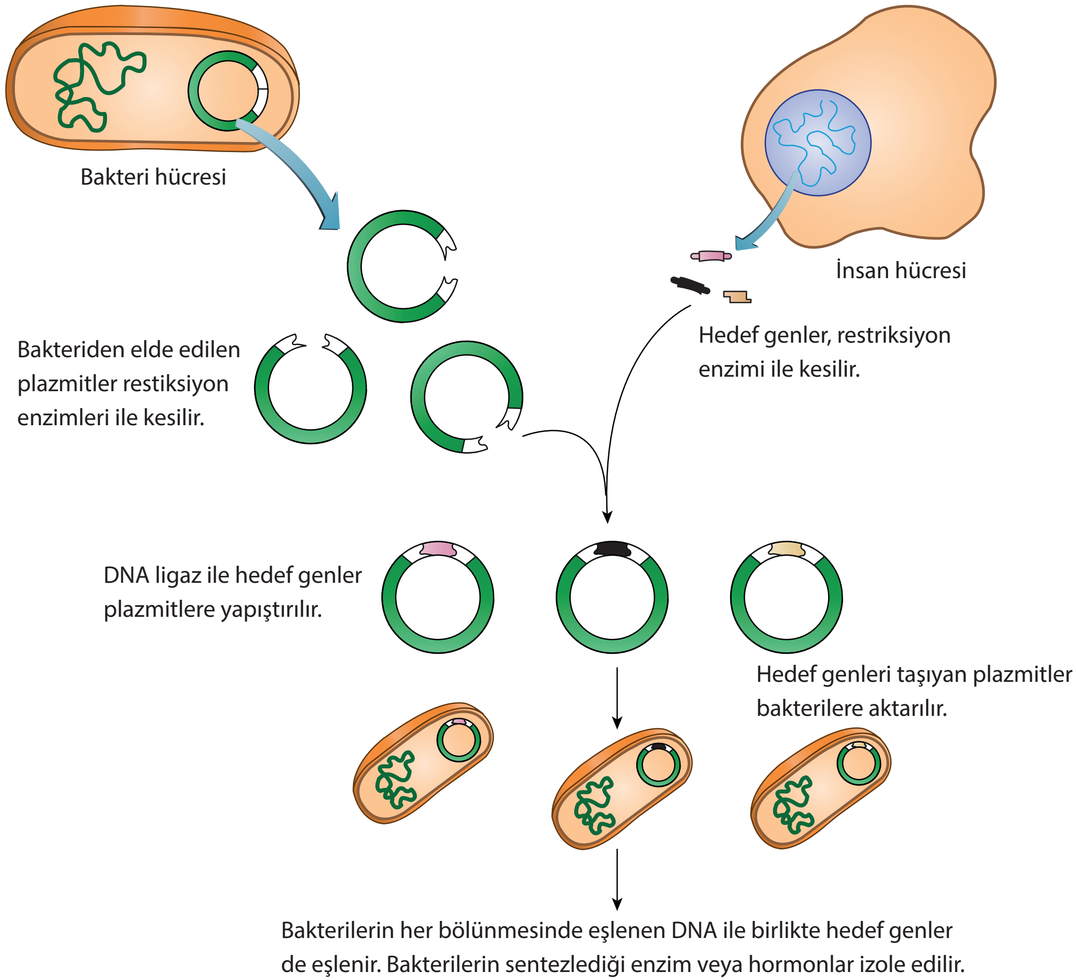
1997 yılının Şubat ayında Dr. Ian Wilmut (İyan Vilmut, 1944-) ve ekibi, ilk kez bir memeli hayvanı kopyalamayı başarmışlardır. Dişi bir koyunun memesinden alınan hücrenin çekirdeği, başka bir koyunun çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine aktarılmıştır. Bu yumurtanın pek çok kez bölünmesiyle oluşan embriyo, taşıyıcı bir annenin döl yatağına yerleştirilmiş ve burada gelişimini tamamlamıştır. Dolly adı verilen yavru, DNA'sını aldığı koyunun genetik ikizi olmuştur (Şekil 1.31). Günümüzde değerli hayvanların sayısını artırmak, nesli tükenme tehlikesi altında olan türleri korumak gibi amaçlarla hayvanların klonlanması söz konusudur.



Şekil 1.31 Dolly'nin klonlanma süreci

Tıp ve Eczacılık Alanındaki Uygulamalar

Biyoteknoloji uygulamalarının sağlık sektörüne, hastalıklarla mücadele ve çeşitli ilaçların geliştirilmesi gibi pek çok katkısı olmaktadır. Bu alanda biyoteknoloji yoluyla üretilen ilk ürün, insülin hormonudur. Pankreas tarafından üretilen insülin hormonunun görevi, kan şekerini düzenlemektir. Pankreasın yeterli insülin üretmediği şeker hastaları, insülin hormonunu sürekli dışarıdan almak zorundadırlar. Daha önce domuz ve koyundan elde edilen insülin hem maliyetin yüksek olmasına hem de insanlarda bazı alerjik tepkimelerin oluşmasına yol açmaktaydı. 1980'li yıllarda bilim insanları, insan insülin hormonu genini, *Escherichia coli* genomuna yerleştirerek hem ucuz hem de bol miktarda insülin üretmeyi başarmışlardır. Bu yöntemden yararlanılarak büyüme hormonu, kalsitonin hormonu gibi farklı hormonlar ve çeşitli enzimler de elde edilmektedir (Şekil 1.32).



Şekil 1.32 Rekombinant DNA tekniği ile enzim ve hormonların üretilmesi

DNA teknolojisi ile hastalıklarla mücadelede aşı, antibiyotik ve interferon gibi maddelerin üretimi de mümkün olmuştur. Etkili ilaç tedavisi bulunmayan pek çok viral hastalıkla mücadelede, aşı tek yoldur. Hücreler, virüsleri protein kılıflarından tanımakta ve bağışıklık sistemi de bu doğrultuda çalışmaktadır. Virüs kılıfındaki proteinler, canlıya, hasta olmadan önce verilerek canlının bunları virüs gibi algılaması ve savunma sisteminin bağışıklık kazanması sağlanabilir. Bunun için çok fazla miktarlarda virüs proteini üretmek gerekir. Günümüzde

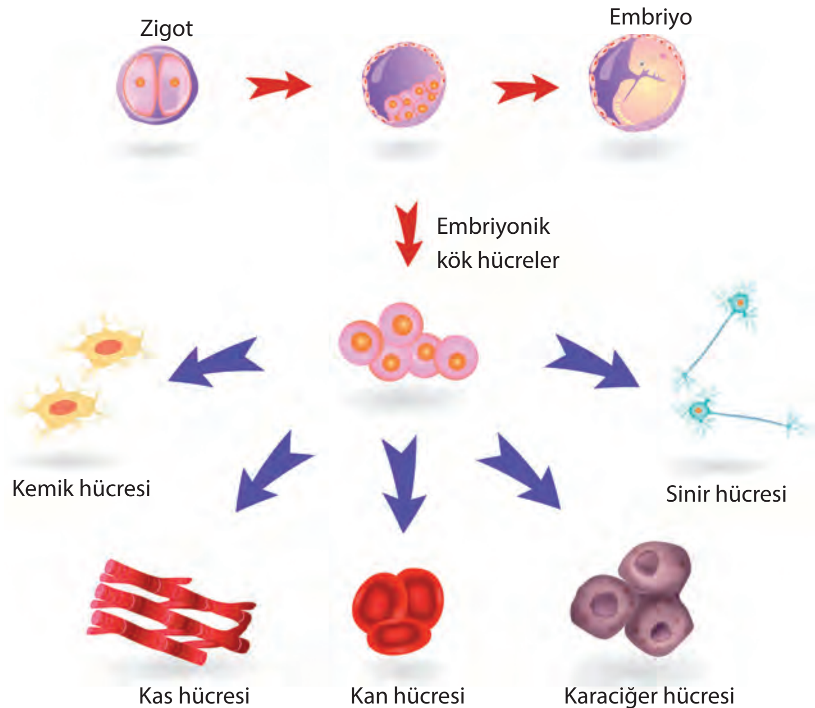
rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak izole edilen DNA virüsünden protein kılıf geni kesilip bakteriye enjekte edilmekte ve bakterilerin virüs proteini üretmesi sağlanmaktadır. Ayrıca hücrelerin virüslere karşı oluşturduğu protein yapısında bir savunma maddesi olan interferon da *Escherichia coli* bakterisinin genomuna yerleştirilerek ucuz ve fazla miktarda üretilmektedir. Üretilen interferon, virüs enfeksiyonlarının engellenmesinde kullanılmaktadır. Bakteriyel hastalıklarda tedavide kullanılan antibiyotikler, hastalık yapıcı bakteri enziminin engelleyicisi olarak etki eder. Antibiyotiklerin kimyasal yolla üretimi zordur ve pahalı bir yöntemle gerçekleştirilmektedir. DNA teknolojisi ile daha ucuz ve fazla miktarda antibiyotik üretimi mümkün olmaktadır.

Kök hücre tedavisi: Genetik mühendisliği alanında kök hücrelerle de çalışılmaktadır. Kök hücreler, kendisini yenileyebilen ve uygun şartlar sağlanırsa vücut içinde ya da laboratuvarda birçok hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücrelerdir. Kök hücreler üç temel kaynaktan elde edilir. Bunlar; yetişkin kök hücreleri, kordon kanından elde edilen kök hücreler ve embriyonik kök hücrelerdir. Memelilerde yetişkin kök hücreleri; deri, bağırsağın iç tarafı, kemik iliği gibi sık hücre değiştirilmesine ihtiyaç duyan dokularda bulunur. Bu hücreler, bulundukları bölgedeki hücrelerin hasar görmesi durumunda çoğalarak hasarlı kısmın onarılmasını sağlar. Embriyonik kök hücrelerin ise sürekli kendilerini yenileme ve tüm hücrelere dönüşme özellikleri vardır (Şekil 1.33). Bu özelliklerinden faydalanılarak omurilik yaralanmaları, parkinson, alzheimer gibi günümüzde tedavisi mümkün olmayan bazı hastalıkların yakın gelecekte tedavi edilebileceği düşünülmektedir.

Bunu biliyor musunuz?

- *Bitkilerde köklerin ve sürgünlerin uç kısımlarındaki meristem adı verilen büyüme bölgelerinde farklılaşmamış, çabuk bölünen kök hücreler bulunur. Bu hücreler, farklılaşarak bitkilerin diğer organlarını oluşturabilir.*

Graham, L.E., Graham, J.M. and Wilcox, L.W. (2003). Plant Biology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.



Şekil 1.33 Embriyonik kök hücreler, diğer vücut hücrelerine dönüşme yeteneğindedir.

Günümüzde kök hücreler, kanser hastaları için de umut ışığı olmuştur. Kanser tedavisinin en zorlayıcı yanı, uygulanan tedavilerin kanser hücrelerinin yanı sıra sağlıklı hücreleri de öldürmesidir. Kök hücre ile yapılan kanser tedavisinde, tedaviden önce hastanın kanından ya da kemik iliğinden alınan sağlıklı kök hücreleri ayrıştırılıp saklanmakta ve hasta yüksek doz kemoterapi ve/veya radyasyon tedavisi gördükten sonra tekrar ona verilmektedir. Bu tedavinin önemli bir avantajı, hastanın kendi hücrelerinin kullanılmasıdır. Böylece bağışıklık sistemi, verilen hücreleri reddetmez veya verilen hücreler vücuda saldırmaz. Tedaviyi zorlaştıran dezavantaj ise kök hücreler alınırken kanser hücrelerinin de alınıp daha sonra hastaya verilmesi ihtimalidir. Bunu önlemek ve kök hücrelerini tedavi ederek var olabilecek kanser hücrelerinin sayısını azaltmak için çalışmalar devam etmektedir. Ayrıca bu tip kök hücreler birçok organda ve dokuda bulunmuştur ve tedavide kullanılmaları için araştırmalar yoğun olarak sürmektedir.

Gen terapisi ve genetik danışmanlık: Gen terapisi ve genetik danışmanlık son yıllarda genetik mühendisliği temelinde, tıp alanında yapılan önemli çalışmalar arasında yer almaktadır. Eksik veya yanlış çalışan genetik bilginin düzeltilmesi esasına dayanan **gen terapisi,** genetik bozukluklara dayanan hastalıkların tedavisinde ve kalıtsal hastalıkların, istenmeyen kalıtsal özelliklerin yeni nesillere aktarılmasının önlenmesinde uygulanan temel çözümlerden biri olarak görülmektedir. Gen terapisi; insan genomundaki genleri inceleyip kısa boyluluk gibi istenmeyen genleri ve varsa kalıtsal hastalık genlerini bularak kontrol altına almayı, istenen özelliklere ait genleri eklemeyi amaçlamaktadır.

İnsanlar üzerinde ilk gen terapisi denemeleri 1990 yılında yapılmıştır. Bu çalışmalar kapsamında hastalardan alınan hastalıklı hücrelere, vücut dışında, vektörler yardımıyla iyileştirici etkiye sahip genler verilmiştir. Daha sonra bu hücreler, hasta kişinin vücuduna yerleştirilmiştir. Bu deneyler sonucunda bazı hastalıkların tedavisinin gen terapisiyle mümkün olabileceği görülmüştür. Günümüzde, sadece klinik araştırmaların bir parçası olarak kullanılan gen terapisi ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Gen terapisi; kanser, kalp hastalığı, diyabet ve hemofili dâhil birçok hastalığın tedavisi için umut vermektedir.



Resim 1.13 Genetik danışmanlar, kişilerin gen haritalarını çıkararak olası hastalıklara yatkınlıklarını belirleyip önlem alınmasını sağlarlar.

Genetik danışmanlık ise kalıtsal hastalığı olan veya taşıyıcılık riski bulunan kişilere tanı testlerinin uygulanması, hastalıkların seyri, tekrarlama riskleri, hastalığın olası sonuçları, varsa tedavisi ve diğer çözüm yolları ile ilgili bilgi verilmesidir. Genetik danışma süreci içinde ailelerin soy ağacı çıkarılır, bilinen aile üyelerinin tümüne sağlık durumları ve kalıtsal hastalıkları incelenerek gerekli genetik testler yapılır (Resim 1.13). Sonuçta aile veya kişide söz konusu genetik hastalığın olup olmadığı, varsa hastalığın nasıl seyredeceği, yaratabileceği problemler, sonuçları, hastalığa karşı alınabilecek önlemler ve tedavisi hakkında aileye bilgi verilir. Ailesinde kalıtsal hastalık görülen bireylere; 35 yaş üstü hamilelik, akraba evliliği, tekrarlayan düşükler gibi riskli gebelik şüphesi olan kadınlara; belirli spesifik hastalıkların görüldüğü çevrede yaşayan bireylere; doğum öncesi genetik risklerini bilmek isteyen çiftlere genetik danışmanlık almaları önerilmektedir. Bu konuda kesinlikle sadece tıbbi genetik konusunda uzman kişiler tarafından verilen bilgilere itibar edilmelidir.

Endüstri Alanındaki Uygulamalar

Rekombinant DNA teknolojisinin kullanıldığı alanlardan biri de endüstriyel enzimlerin üretimidir. Bu enzimlerin bazıları sentetik olarak da üretilebilmektedir ancak biyoteknolojik yöntemlerle daha hızlı ve ekonomik üretim yapılmaktadır. Bu enzimler; tıpta, gıda endüstrisinde, deterjanlarda, tekstilde, çevre kirliliğinin önlenmesinde, dericilikte ve kâğıt endüstrisinde kullanılmaktadır. Ayrıca B2 vitamini, antibiyotikler, kontakt lens solüsyonları, eskitilmiş kot kumaşı, polyester ve bazı deterjanlar biyoteknolojinin endüstri alanındaki uygulamalarının ürünleridir.

Çevre Alanındaki Uygulamalar

Genetik mühendisliğiyle elde edilen mikroorganizmalar, çevre sorunlarının çözümü için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Özgül enzimlere sahip olan ve atıklarda yaşamlarını sürdürebilen binlerce bakteri türü, doğanın geri dönüştürücüleri olarak hizmet vermektedir. Kompostlama ve atık su arıtımı bunun bilinen en iyi örnekleridir. Kompostlamada saman, kâğıt, mutfak atıkları gibi atık ürünler bakterilerin ürettiği enzimlerle ayrıştırılır. Benzer şekilde lağım sularının arıtıldığı sistemlerde de bakteriler, organik bileşikleri parçalayarak zararsız hâle getirir (Resim 1.14). Bazı bakteriler bakır, kurşun, nikel gibi ağır metallerin doğada birikmesini önler ve bunların canlılara olan zararlı etkilerini azaltır.



Resim 1.14 Atık su arıtma tesislerinde suyun temizlenmesinde bakterilerden yararlanılır.

Petrol gibi çevreyi kirleten pek çok maddenin temizlenmesinde de transgenik mikroorganizmalardan yararlanılmaktadır (Resim 1.15). Örneğin; bazı toprak bakterileri, petroldeki hidrokarbonları yok edebilmektedir. Deniz suyu tuzlu olduğu için deniz ortamında yaşamaya elverişli olmayan bu bakterilerin genetik yapıları değiştirilerek tuzlu ve soğuk sularda yaşayan çeşitleri de elde edilmiştir. Böylece bu mikroorganizmalar, denizlerdeki petrol kirliliğini ortadan kaldırmada kullanılmaya başlanmıştır.



Resim 1.15 Petrol tankeri kazalarında, denizlerde oluşan petrol kirliliğinin temizlenmesinde bakterilerden yararlanılır.

Madenciliğin verdiği zararları gidermede de biyoteknoloji önemli rol oynamaktadır. Maden atıkları ile kirletilmiş topraklardaki ağır metaller, genetiği değiştirilmiş bitkiler sayesinde iyileştirilebilmektedir. Ayrıca kömür madenlerinde oluşan asitli atık suyun arıtılması ve çevreye yayılmasının önlenmesinde de biyoteknoloji ürünü mikroorganizmalar kullanılmaktadır.

Genetik Mühendisliği ve Biyoteknolojinin Diğer Uygulama Alanları

Nanoteknoloji: Biyoteknolojinin uygulama alanlarından biri olan nanoteknoloji, en genel şekliyle *"en az bir boyutunun büyüklüğü 1-100 nm'ye kadar olan maddenin kontrolü"* olarak tanımlanmaktadır. Fizik, kimya, biyoloji, tıp ve mühendislik alanlarını içeren disiplinler arası bir yaklaşım olan nanoteknoloji, disiplinleri kendi alanlarında moleküler düzeyde düşünüp anlamaya, tasarım oluşturmaya ve bunları ürüne dönüştürmeye yönlendirmektedir. Günümüzde ilaç, elektronik, biyomalzeme ve enerji üretimi gibi geniş bir çalışma alanı olan nanoteknoloji ile birçok araç ve madde üretilebilmektedir.

Genom Projesi: Genetik mühendisliği çalışmaları ile bir organizmanın genomundaki tüm genleri sistematik olarak tanımlamak ve haritalamak için "genom projesi" adı verilen projeler geliştirilmiştir. Bu projelerde öncelikle *Escherichia coli*, maya, meyve sineği, fare gibi canlıların genom haritalarının çıkarılması hedeflenmiştir. Bu organizmalarda kromozom sayısının az olması nedeniyle gen haritalarını oluşturmak daha kolay olmuştur. Bu genomlar üzerinde yapılan çalışmalardan yola çıkılarak çok daha büyük olan insan genomunun haritalanması için gerekli strateji, yöntem ve teknolojilerin geliştirilebileceği düşünülmüştür. 1990 yılında DNA teknolojisi ile insan genomunun tümünün haritalanması ve her bir kromozomun nükleotit dizisinin belirlenmesi amacıyla "İnsan Genom Projesi" adı altında iddialı bir çalışma başlatılmıştır. Bu proje kapsamında insan gen haritasının ilk taslağı 2000 yılında tamamlanmış olup çalışmalar hâlen devam etmektedir. Nükleotit diziliminin aydınlatılması şeker, kanser, kalp vb. hastalıkların tedavisini ve önceden teşhis edilip önlenmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca insan genomunun tamamının deşifre edilmesiyle kişiye özel ilaçlar yapılabileceği, orak hücre anemisi gibi kalıtsal birçok hastalığın önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Genom projesinin olası sonuçları, bazı tartışmalara da yol açmıştır. Bu konuda etik, hukuksal, sosyal sorunların üstesinden gelebilmek için gereken düzenlemeleri yapmak üzere dünyanın en önemli biyoetik programı olan "Etik, Hukuksal ve Sosyal Sorunlar (Ethical, Legal and Social Issues-ELSI)" Programı başlatılmıştır. Bilimsel bir organ olarak çalışmalarını yürüten ELSI programı çerçevesinde, kişiye ait genetik bilgilerin gizliliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Genetik bilgilere nasıl ulaşılabileceği, bu bilgilerin kullanımı ve veri tabanlarının korunması gibi konular üzerinde çalışılmaktadır. Bu konularda hem ilgili meslek gruplarının (temel bilimciler, tıp personeli, akademisyenler, hukukçular, eğitimciler, sosyologlar, politikacılar) hem de halkın eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi amaçlanmaktadır.

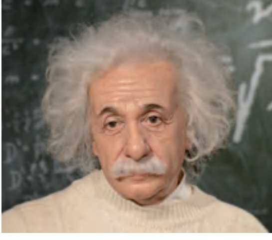
DNA Parmak İzi: Organizmaların genomlarındaki baz dizilimleri tek yumurta ikizleri hariç, her bireyde farklıdır. Bu özellik dikkate alınarak "DNA Parmak İzi" adı verilen bir yöntem geliştirilmiştir (Resim 1.16). Günümüzde bu yöntemle kriminal olaylarda olay yerinde bulunan kıl, tırnak, tükürük, kan gibi canlı kalıntılarından elde edilen DNA parmak izi incelenerek suçlular ortaya çıkarılabilmektedir. Bu yöntem ayrıca babalık davaları, bulaşıcı hastalıkların teşhis edilmesi, göçmen sorunları, bitki ve hayvan türlerinin korunması gibi alanlarda da kullanılmaktadır.



Resim 1.16 DNA parmak izi yöntemiyle elde edilen DNA bantları

Biyoyakıtlar: Biyoyakıtlar; kızartma yağları, ürün atıkları ve odun gibi maddelerin yanı sıra şeker pancarı, mısır, buğday gibi tarım ürünlerinin fermantasyonu ile de elde edilebilmektedir. Günümüzde yakıt üretimine yönelik olarak yağ açısından zenginleştirilmiş ve ekstrem koşullara dayanıklı, genetiği değiştirilmiş tohumların geliştirilmesi ve üretimi mümkün olabilmektedir. Bu durumda kuraklık ya da farklı nedenlerle kullanılmayan arazilerin biyoyakıt üretimi için kullanılmasıyla hem çevreye hem de ekonomiye fayda sağlanabilir. Ancak gıda üretimi için kullanılan alanların ya da ormanların biyoyakıt üretimine yönelik ekim alanlarına çevrilmesi, tüm dünyada endişeye sebep olan ve tepki alan bir konudur.

Bunu biliyor musunuz?



Geçmişte yalnız kusursuz embriyoların doğması sağlansaydı toplumun gelişmesine büyük katkısı olan birçok insan hiç doğmayacaktı. Örneğin; büyük bilim insanı Einstein (Aynştayn), okuma yazmayı güçleştiren disleksi (öğrenme bozukluğu) hastasıydı. Ebeveynleri, gen teknolojisinin sağladığı bilgilere dayanarak bebeğin doğumuna disleksi hastalığı nedeniyle engel olsaydı Einstein hiç doğmayacaktı.

Claybourne, A. (2007). Genler ve DNA. (Çeviri: Nıvart Taşçı). İletişim Yayınları Popüler Bilim Kitapları.

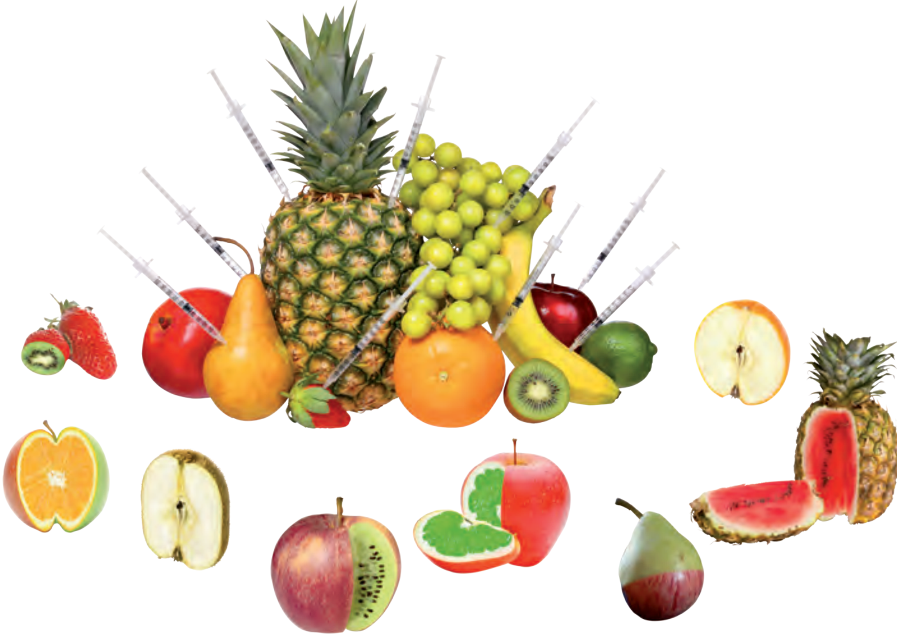
2.3.3. BİYOGÜVENLİK VE BİYOETİK

Günümüzde genetiği değiştirilmiş organizmaların özellikle gıda ürünü olarak piyasaya sürülmesi çeşitli kaygılara neden olmaktadır. Bununla birlikte bu yöntemin yararlı olduğunu düşünen bilim insanları, genetiği değiştirilmiş ürünlerin dünyadaki açlığın önlenmesine yardımcı olacağını savunmaktadırlar. Bu konudaki en yoğun tartışmalardan biri, bu ürünlerin insan sağlığına olan etkileridir. Genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO), bunları tüketen insanlarda zararlı alerjik reaksiyonlara yol açabileceği belirlenmiştir. Bu ürünleri piyasaya süren şirketler, çoğu kez ürünlerin etiketlenmesine karşı çıkmaktadır. Ancak besin alerjisi olan insanlar başta olmak üzere tüm tüketiciler, haklı olarak aldıkları ürünün GDO olup olmadığını bilmek istemektedirler. Nitekim birçok bilim insanı, GDO'ların kanserojen etkisinin de olabileceğini savunmaktadır. Ayrıca GDO'ların insan sağlığı dışında ekolojik zararlara da yol açabileceği düşünülmektedir. Örneğin; zararlı böceklere ya da böcek ilaçlarına direnç genleri taşıyan transgenik bitkilerin yabani bir bitkiyle tozlaşması sonucunda, kontrol edilmesi zor olan *süper yabani otlar* ortaya çıkabilir. Bu konudaki endişelerden biri de yerel tohumların kaybedilmesi ve doğal türlerde genetik çeşitliliğin azalmasıdır.

Genetik yapısı değiştirilmiş canlıların ve metabolik ürünlerin kısa ve uzun vadede çevreye ve sağlığa etkileri henüz tam olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte 24 Mayıs 2000 tarihinde Türkiye dâhil 130 ülke, GDO'ları riskli olarak kabul eden *Biyogüvenlik Protokolü* üzerinde anlaşmışlardır. **Biyogüvenlik,** insan ve diğer canlıların sağlığını, çevre ve biyolojik çeşitliliği korumak için GDO ve ürünleri ile ilgili faaliyetlerin güvenli bir şekilde yapılmasını ifade eder. Biyogüvenlik Protokolü'nün yürürlüğe girmesi ile herhangi bir transgenik canlının kullanıma sunulmadan önce tam bir risk değerlendirmesinin yapılması ve bir başka ülkeye ihraç edilmeden önce ithalatçı ülkenin önceden onayının alınması sağlanmıştır. Protokole taraf olan her ülke, kendi iç mevzuatında, transgenik canlıların kontrolü için gerekli yasal, kurumsal ve idari tedbirleri almak ve bu tedbirleri sürdürmekle yükümlüdür. Ülkemizde bu konuyla ilgili çalışmalar, Mart 2010'da kabul edilen *Biyogüvenlik Kanunu* ile yasal bir zemine oturtulmuştur.

Biyoetik terimi, ilk kez biyokimyacı Van Rensselaer Potter (Fen Renselar Padır, 1911-2001) tarafından, bilimdeki hızlı gelişmelerin ahlaki değerlere uygun olabilmesi düşüncesiyle 1970 yılında kullanılmıştır. Günümüzde **biyoetik**; biyoteknoloji ve gen teknolojisinde yaşanan gelişmeler, insan ve diğer canlıların yaşamları, insanın özgürlük ve onuru açısından etik anlamda meydana getirdiği sorunların irdelenmesi ve çözüm önerilerinin geliştirilmesi üzerinde çalışan bir disiplindir. Gen teknolojisi, klonlama, organ-doku ve hücre bağışı, embriyolojik çalışmalar, kök hücre tedavileri, insan üzerinde yapılan deneyler, ilaç sanayi, kürtaj, yapay döllenme, gen aktarımı ile GDO üretilmesi gibi oldukça farklı konuyla ilgili araştırma sonuçları, sınırları ve kullanım ilkeleri biyoetiğin kapsamına girmektedir. Biyoetik, bu konularla ilgili etik tartışmaların yürütüldüğü bir bilim dalıdır ve hukuk, tıp, felsefe, ilahiyat, biyoloji, genetik gibi bilim dalları ile birçok noktada kesişmektedir.

Başlangıçta yalnızca insan, hayvan ve bitkilerin daha iyi bir yaşam kalitesine ulaşmaları amacıyla geliştirilen gen teknolojileri, kötüye kullanılma ya da öngörülemeyen zararlara yol açabilme olasılıkları nedeniyle günümüzde giderek endişe ile karşılanır olmuştur. Özellikle canlıların genetiğiyle oynanarak doğallıklarının bozulması (Resim 1.17), insanların farklı amaçlarla genom analizlerinden geçirilmesi, genetiği değiştirilen mikroorganizmaların denetimsizce serbest bırakılması ve gen teknolojisinin askerî amaçlarla kullanılması gibi durumlar biyoteknoloji alanındaki çalışmalara olumsuz bakış açısı oluşturmaktadır.



Resim 1.17 Genetiği değiştirilmiş organizmaların üretimi, canlıların doğallığını bozması yönüyle de çok tartışılmaktadır.

Biyoetik çalışmaları, yüksek teknoloji ile gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda nelere izin verilip nelerin yasaklanması gerektiği; neye, ne kadar izin verilmesinin etik anlamda doğru kabul edilebileceği gibi sorulara yanıt arar ve bu konuda standartlar geliştirilmesini hedefler. Ancak farklı topluluklarda kültürel, hukuksal ve felsefi yaklaşımların farklılığı nedeniyle küresel olarak bir standart getirmek oldukça zordur. Bu konuda daha çok ulusal faaliyet gösteren oluşumlar söz konusudur. Ülkelerin kendi bünyelerinde oluşturulan *biyoetik kurullar,* bilim ve teknoloji politikalarının üretilme süreçlerinde belirleyici olmaktadır. Dünya'da bu konuda

yapılan pek çok çalışma vardır. UNESCO [United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)], biyoetik alanında uluslararası çapta önde gelen bir kurumdur ve üye ülkelerde etik eğitimi programları, yasal düzenlemeler ve biyoetik kurullar oluşturulması yoluyla biyoetik altyapının kurulmasını ve geliştirilmesini desteklemektedir. UNESCO'nun *İnsan Genomu ve İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi*'nde (1997), üreme amaçlı klonlamaya, insan onuruna aykırı olduğu gerekçesiyle izin verilmemekte; bu yönde gerekli tedbirlerin alınması ve bildirgede yer alan biyoetik ilkelerine uygun davranılması vurgulanmaktadır. Bu konudaki çalışmalara bir diğer örnek de Avrupa Konseyine üye devletler ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından imzalanarak yürürlüğe girmiş olan *Avrupa Konseyi İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesi*'dir *(Oviedo Sözleşmesi, 1995)*. Bu sözleşme ile insanlarda canlı veya ölünün özdeş kopyasının yaratılması yasaklanmıştır. Üye devletlerin, bundan böyle insan klonlaması konusundaki iç hukuk düzenlemelerini bu çerçevede gerçekleştirmesi beklenmektedir. Embriyonik kök hücre araştırmalarına ilişkin düzenlemeler ise AB'ye üye devletlerin büyük çoğunluğunun iç hukukunda yasa ya da yönetmeliklerle yapılmaktadır. Türkiye, araştırma amaçlı embriyo oluşturulmasının iç hukuk ile yasaklandığı ülkeler arasındadır.

OKUMA METNİ

GDO'LU GÜNDEM: GDO'NUN FAYDALARI VE ZARARLARI NELERDİR?



Dünya nüfusunun hızlı artışına paralel olarak beslenme, barınma ve ısınma gibi temel sayılabilecek ihtiyaçlar da artıyor. Dünya nüfusunu doyurmak için her geçen gün daha fazla bitkisel ve hayvansal gıda üretilmesi gerekiyor. Bu küresel sorunun çözülmesine katkı sağlayacağı düşünülen teknolojilerden biri de genetiği değiştirilmiş organizmaların (GDO) üretilmesine yönelik genetik mühendisliği teknolojisidir. Ancak GDO'ların besin kaynağı olarak kullanılması, ciddi tartışmaları da beraberinde getirmiştir.

GDO üretiminin olası faydaları şu şekilde özetlenebilir: Genetiği değiştirilen bitkilerin, tarım zararlılarının istilasına karşı daha dayanıklı hâle gelmesiyle ürün kayıpları azalacaktır. Ayrıca kuraklık, don ya da aşırı sıcaklık gibi iklim koşullarına karşı dayanıklılık da benzeri faydalar sağlayabilir. Kültür bitkilerine yeni genler eklenerek ürünün besleyici niteliği geliştirilebilir ya da bitkinin doğal besinine ek olarak fazladan besin maddeleri üretmesi sağlanabilir. Genetik müdahaleyle çiftlik hayvanlarının et, süt, yün gibi ürünlerinin kalitesi ve verimi artırılabilir. Tarım verimliliğindeki bu gelişmeler hem birim tarım alanından elde edilecek verimi artırarak hem



de üretim maliyetlerini düşürerek insanlara daha erişilebilir fiyatlarda besin sunulmasını sağlayabilir. Ayrıca GDO'lar ilaç ve aşı üretiminde kullanılabilir.

GDO teknolojisi, birim alandan elde edilebilecek ürün verimini artırabileceği için yeni tarım arazileri oluşturmak amacıyla yapılan orman ve doğal alan tahribatının önlenmesine ve dolayısıyla biyoçeşitliliğin korunmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca genetik müdahaleyle bitkilere, tarım zararlılarına karşı direnç kazandırılması kimyasalların kullanımını önemli ölçüde azaltabilir.

Gelişmekte olan ülkelerde geniş tarım arazileri, hatalı sulama uygulamaları sebebiyle tuzlanmaya uğramış durumdadır. Genetik değişikliklerle tuza dayanıklı bitkiler üretilebilir ve tuzlanma sebebiyle kullanılamaz hâle gelen toprakların bir kısmı geri kazanılabilir. Ayrıca başka şekillerde zarar görmüş ya da elverişsiz durumda olan (örneğin, erozyona uğramış ya da kuraklık çeken) topraklarda yetiştirilmek üzere yeni bitkiler geliştirilebilir. Bunun yanı sıra; yakıt olarak kullanılmak üzere bitkiler geliştirilmesi de olasıdır. Bitkisel biyokütle, büyük bir enerji potansiyeline sahiptir. Örneğin, şeker kamışı ya da süpürge darısı artıkları özellikle kırsal bölgelerde enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

Tüm bu olası yararlarının yanı sıra GDO'ların sebep olabileceği zararlar da söz konusudur. GDO'lara aktarılan genler "kaçarak" aynı türün başka üyelerine ya da başka türlerden bireylere geçebilir. Örneğin, herbisite dirençlilik genleri yabani otlara geçerse sorunlar yaşanabilir. GDO'lar geleneksel organik tarım ürünleriyle karşılıklı tozlaşma sonucu genlerini bu ürünlere geçirebilir.

Genetiği değiştirilen organizmalar, yabani türlerle birlikte yaşamaya başlayıp onlarla rekabete girebilir ve böylece biyoçeşitliliğe yönelik tehdit de oluşturabilir. GDO'ların çevreyle ilgili risklerinden biri de kuşlar, tozlaştırıcılar ve mikroorganizmalar gibi hedef dışı organizmalar üzerindeki olası zararlarıdır. Örneğin, aktarılan bir genin üründeki etkileri bir böcek türü için zehirleyici olabilir. Ayrıca alerjen etki gösteren proteinleri kodlayan genler, tarım ürünlerine aktarılabilir ve alerjisi olan kişilerde tehlike yaratabilir.

Biyoteknoloji araştırmaları genellikle özel sektör tarafından yapıldığı için tarım sektöründe birkaç dev şirketin pazara hâkim olacağı endişesi taşınmaktadır. Bu durum, küçük ölçekli çiftlik işletmecileri için olumsuz sonuçlar doğurabilir. GDO'larla ilgili en önemli tartışmalardan biri de sonlandırma teknolojisi de denilen yöntemle oluşturulan, GDO'dan elde edilen ürünün bir dahaki sene tohum olarak kullanılmasını engelleyen özellikle ilgilidir. Temelde üreticinin fikir haklarını korumak üzere oluşturulan bu teknoloji, çiftçileri bağımlı hâle getirmesi gibi sebeplerden dolayı özellikle etik açıdan ciddi eleştiriler almaktadır.

İlay Çelik
Bilim ve Teknik, Aralık 2009
(Düzenlenerek kısaltılmıştır.)

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, “genetik şifre ve protein sentezi” ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. genetik kod	2. biyoetik	3. vektör	4. biyoinformatik
5. poliploidi	6. RNA polimeraz	7. transgenik organizma	8. yapay döllenme
9. ligaz	10. translasyon	11. plazmit	12. restriksiyon enzimleri
13. polizom	14. melezleme	15. genom	16. proteomik

a) DNA’nın gen bölgelerindeki anlamlı ipliğin her üç nükleotidine .... adı verilmiştir.

b) Klonlamada, bakteri sitoplazmasında hücre DNA’sından bağımsız olarak çoğalan, ... adı verilen halka şeklindeki küçük DNA parçaları kullanılır.

c) Hücrelerdeki kromozom sayısının 3n veya daha fazla olmasına .... denir.

ç) Farklı bir türden gen aktarılarak belirli özellikleri değiştirilmiş canlılara .... adı verilir.

d) .... enzimi, protein sentezi başlamadan önce DNA üzerinden mRNA sentezlenmesini sağlar.

e) Bir organizmanın DNA’ları üzerindeki genetik bilgilerin tamamına .... denir.

f) .... : Biyolojik bilgilere bilgisayar teknolojisi ve matematiği uygulayarak karmaşık biyolojik verileri derleyen ve analiz eden bilimsel disiplindir.

g) mRNA’nın aynı anda çok sayıda ribozom tarafından okunmasıyla bir protein çeşidinin aynı anda çok sayıda üretilmesine .... adı verilir.

ğ) .... : İstenen özelliklere sahip canlıların spermleri ile yumurtalarının döllenmesidir.

h) Gen klonlamasında kesilen plazmit ve klonlanacak gen, ... enzimi ile birleştirilir.

ı) .... , farklı genotiplere sahip bireylerin çaprazlanmasıyla yeni özelliklere sahip yavrular elde edilmesidir.

i) Gen klonlamasında izole edilen DNA ve plazmit, ... ile kesilir.

2. Bir gen bir polipeptid hipotezini kısaca açıklayınız.

....

....

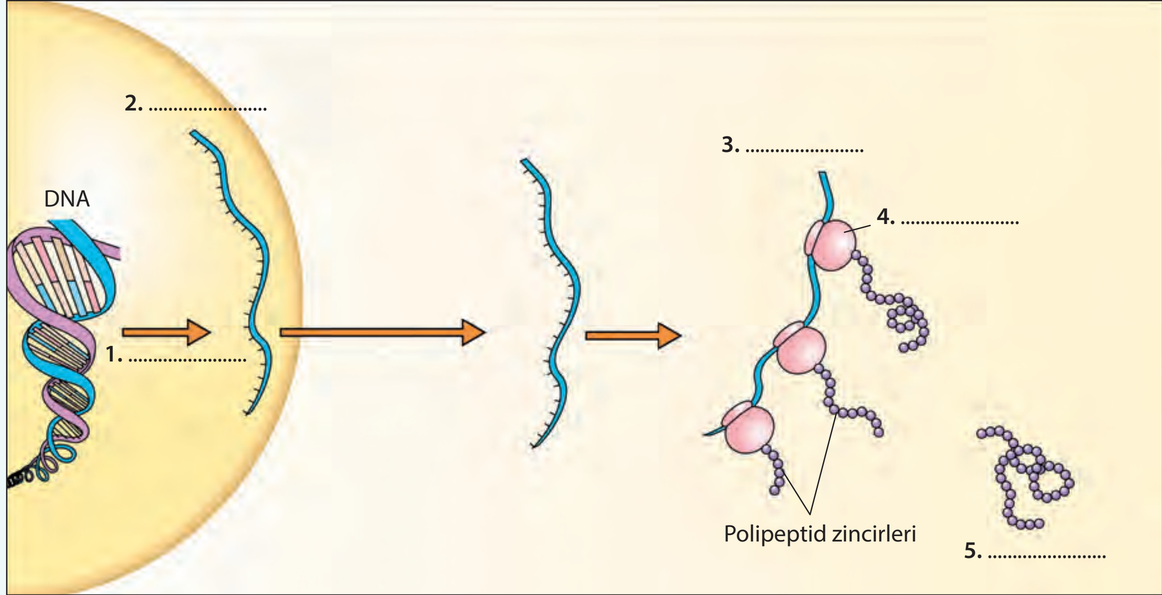
3. Gen terapisi ve genetik danışmanlık kavramlarını kısaca açıklayınız.

....

....

4. Aşağıda verilen santral dogma süreci ile ilgili kavramları, şekil üzerindeki uygun boşluklara yazınız.

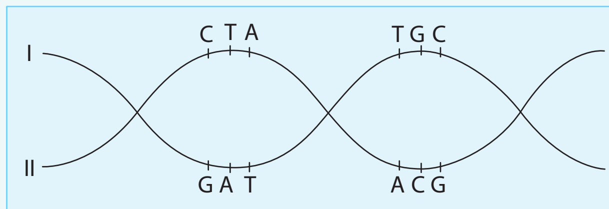
(protein, mRNA, transkripsiyon, translasyon, ribozom)



5. Aşağıda verilen gen klonlamasının aşamalarını, gerçekleşme sırasına göre numaralandırınız.

- [ ] Rekombinant bakteri, kültürde çoğaltılır.
- [ ] Plazmit ve klonlanacak gen, ligaz enzimi ile birleştirilir.
- [ ] İzole edilen DNA ve plazmit, restriksiyon enzimleri adı verilen özel enzimlerle kesilir.
- [ ] Klonlanması istenen geni taşıyan DNA, izole edilir.
- [ ] Rekombinant DNA molekülü, bakteri hücresine tekrar aktarılır.
- [ ] Plazmit, bakteriden ayrıştırılır.

6. Aşağıda, protein sentezinde görevli olan DNA sarmalının bir bölümü verilmiştir.



Bu DNA'nın I. zincirinden sentezlenen;

a) mRNA'daki kodon dizilişini yazınız. ....

b) tRNA'daki antikodon dizilişini yazınız. ....

I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler için "doğru" veya "yanlış" seçeneğini işaretleyiniz.

	Doğru	Yanlış
1. Bir gende dört çeşit nükleotit bulunur.	○	○
2. RNA molekül çeşitlerinin hiçbirinde hidrojen bağı bulunmaz.	○	○
3. Bir hücrede en fazla amino asit çeşidi kadar tRNA bulunur.	○	○
4. Adenin ve guanin organik bazları, çift halkalı yapıya sahiptir.	○	○
5. DNA'nın kendisini eşlemesi, yarı korunumlu olarak (semikonservativ) gerçekleşir.	○	○
6. Prokaryot organizmalarda DNA molekülü, ribozomun yapısında bulunur.	○	○
7. Hücredeki mRNA oranı, rRNA oranından fazladır.	○	○
8. DNA'nın eşlenmesi sırasında iki ipliğin birbirinden açılmasını sağlayan enzime helikaz adı verilir.	○	○
9. Bir hücrede en fazla 61 çeşit genetik kod bulunabilir.	○	○
10. Translasyon olayı tüm canlılarda ribozomda gerçekleşir.	○	○
11. Protein sentezi sırasında durdurma kodonuna karşılık tRNA gelmediğinden bu bölgeye amino asit taşınmaz.	○	○
12. Protein sentezi sırasında amino asitler arasında ester bağları kurulur.	○	○
13. tRNA'ların amino asitleri bağlaması ribozom organelinde gerçekleşir.	○	○
14. Translasyon sırasında gerçekleşecek bir hata kesinlikle kalıtsaldır.	○	○
15. Ribozom büyük ve küçük alt birim olmak üzere iki kısımdan oluşur.	○	○
16. Bir hücrede iki çeşit pürin bazı, üç çeşit pirimidin bazı bulunur.	○	○
17. Bir RNA molekülünde riboz şekerinden daha fazla fosfat bulunur.	○	○
18. Tüm RNA çeşitleri DNA'daki bilgiye göre sentezlenir.	○	○
19. Kromozom sayısı 3n ve üzeri olan canlılara poliploid denir.	○	○
20. Genlerin klonlanmasında çoğunlukla bakteriler kullanılır.	○	○
21. Plazmit DNA parçaları, ökaryot canlıların organellerinde bulunur.	○	○
22. Gen klonlanması sırasında DNA parçalarının kesilmesi, restrüksiyon enzimi ile yapılır.	○	○
23. Farklı tür canlılar arasında gen aktarımı yapılamaz.	○	○
24. Kök hücrelerin bölünme yetenekleri yoktur.	○	○
25. Bir gen, sadece bir çeşit mRNA'nın sentezi için şifre bulundurur.	○	○

B. Aşağıdaki tabloda, "nükleik asitler, genetik şifre ve protein sentezi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. ester bağı	2. nükleozit	3. vektör	4. DNA polimeraz	5. Okazaki parçaları
6. urasil	7. klon	8. adenin	9. proteomik	10. kodon
11. riboz	12. hidrojen bağı	13. translasyon	14. fosfat grubu	15. traskripsiyon

1. Nükleotidin azotlu organik baz ve pentoz şekerinden oluşan bölümüne .... adı verilir.

2. .... bazı sadece RNA'nın yapısında bulunur.

3. Nükleotitlerin yapısında bulunan pentoz şekeri bir taraftan azotlu organik baz, diğer taraftan .... ile bağlıdır.

4. Genetik şifrenin kopyasını alıp sitoplazmaya geçen mRNA'nın ribozom tarafından okunmasına .... adı verilir.

5. RNA'nın yapısında bulunan şeker: ....

6. Çift sarmal şeklindeki DNA'nın karşılıklı ipliklerindeki nükleotitler birbirine .... ile bağlanır.

7. Tek bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı birbirinin aynısı olan hücrelere .... denir.

8. DNA'nın gen bölgesindeki bir ipliğinin üzerindeki genetik kodlara uygun olarak mRNA sentezlenmesine .... denir.

9. .... , bir organizmada genom tarafından kodlanan tüm protein takımlarının sistematik olarak çalışıldığı disiplindir.

10. mRNA üzerindeki genetik kodların karşısına gelen üçlü şifrelere .... adı verilir.

11. DNA eşlenmesi sırasında ipliklerden biri kesintisiz olarak 5'-->3' ucuna doğru uzayabilirken karşı iplik .... adı verilen parçalar hâlinde sentezlenir ve daha sonra özel enzimlerle birbirine bağlanır.

12. .... enzimi, ayrılmış olan her DNA ipliğinin karşısına uygun yeni nükleotitleri sıralayarak kalıp DNA ipliklerine uygun birer DNA ipliği daha oluşmasını sağlar.

C. Genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin kullanım alanları nelerdir? Kısaca açıklayınız.

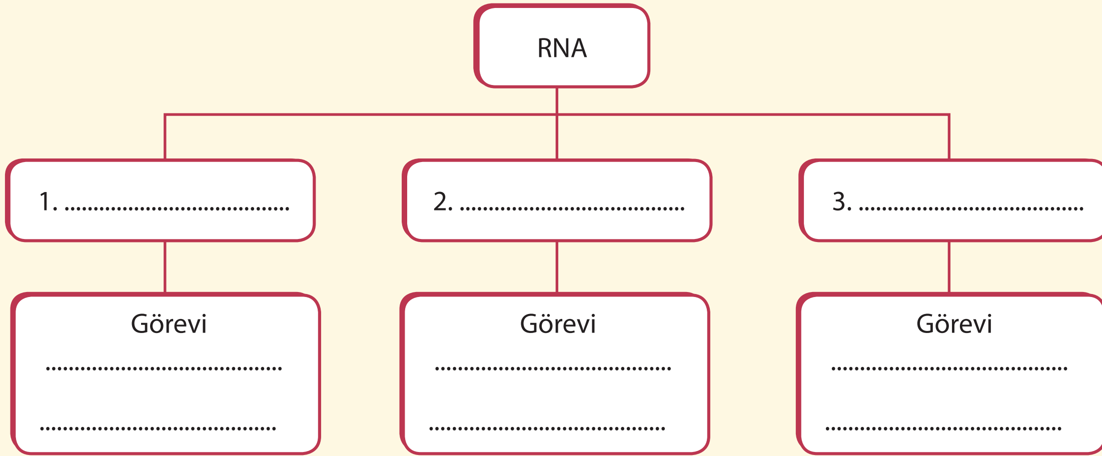
....

....

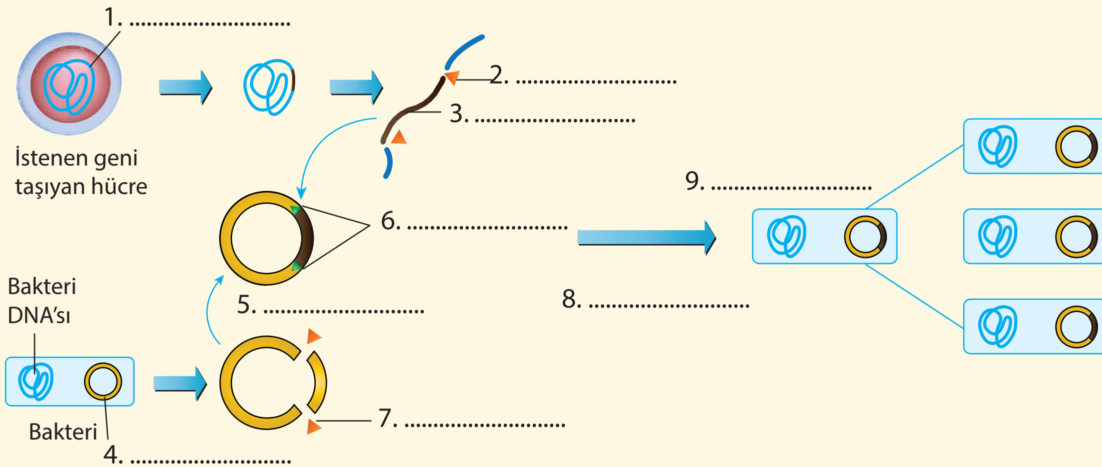
D. 3.000 nükleotitten oluşan bir gen bölgesinde gerçekleşen protein sentezi sırasında;

1. Kaç amino asit kullanılır? ....
2. Sentez sırasında en fazla kaç çeşit tRNA görev yapar? ....
3. En fazla kaç çeşit amino asit kullanılır? ....

E. Aşağıda RNA çeşitleri ve görevleri ile ilgili olarak verilen diyagramdaki boşlukları uygun ifadelerle doldurunuz.



F. Aşağıda verilen gen klonlaması ile ilgili kavramları, şekil üzerindeki uygun boşluklara yazınız.
(plazmit, klonlanmak istenen gen, restriksiyon enzimi, kromozomal DNA, ligaz enzimi, vektör, transformasyon, rekombinant bakteri, restriksiyon enzimi)



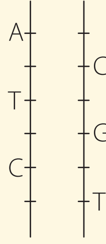
I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. I. Kromozom
   II. Gen
   III. Nükleotit
   IV. DNA

   Yönetici moleküllere ait yukarıdaki kavramların küçükten büyüğe doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

   A) I-II-III-IV B) II-I-III-IV
   C) III-II-IV-I D) III-IV-II-I
   E) III-II-I-IV

2. **Yandaki DNA molekülünün eksik nükleotitlerini tamamlaması ve kendisini bir kez eşlemesi sırasında ortamdan kaç tane adenin nükleotit alması gerekir?**



   A) 2 B) 3 C) 4 D) 5 E) 6

3. **Yönetici moleküllerin yapısında bulunan;**
   I. Deoksiriboz
   II. Adenin azotlu organik bazı
   III. Fosfat
   IV. Urasil azotlu organik bazı

   moleküllerinden hangisi ya da hangileri, yapısında bulunduğu yönetici molekülün DNA ya da RNA olduğunu kanıtlar?

   A) Yalnız I B) I ve II C) II ve IV
   D) I ve IV E) III ve IV

4. **Ökaryot bir hücrede gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi, hücrenin hayat döngüsünde yalnız bir kez gerçekleşebilir?**

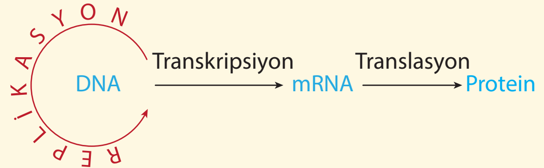
   A) Replikasyon B) Transkripsiyon
   C) Hidroliz D) Fosforilasyon
   E) Translasyon

5. **Genin klonlanması sırasında gerçekleşen;**
   I. Taşıyıcı DNA'nın izole edilmesi
   II. Kopyalanacak genin yerinin belirlenmesi
   III. Genin, ligaz enzimi ile taşıyıcı DNA'ya bağlanması
   IV. Rekombinant DNA'nın alıcı hücreye aktarılması
   V. Geni taşıyan DNA'nın izole edilmesi
   VI. Restrüksiyon enzimi ile genin DNA'dan kesilmesi

   uygulamalarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

   A) I-II-III-IV-V-VI B) V-II-III-IV-I-VI
   C) III-VI-V-I-II-IV D) II-VI-III-I-IV
   E) V-II-VI-I-III-IV

6.



   Yukarıda şematize edilen olaylarla ile ilgili olarak;
   I. Replikasyon olayı; ökaryotlarda, çekirdekte; prokaryotlarda ise sitoplazmada gerçekleşir.
   II. Hücrede gerçekleşen transkripsiyon olayının gerçekleşme sayısı translasyonun gerçekleşme sayısından fazladır.
   III. Replikasyon sırasında gerçekleşecek bir mutasyon, kalıtsal olabilir.
   IV. Her protein sentezi için replikasyon şart değildir.

   ifadelerinden hangileri doğrudur?

   A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III
   D) I, III ve IV E) II, III ve IV

7. Replikasyon sırasında gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi son olarak gerçekleşir?

A) Azotlu organik bazların sentezlenmesi

B) Azotlu organik bazlara pentoz şekerinin bağlanması

C) Nükleotitler arasında fosfodiester bağların kurulması

D) Nükleotitlerin hidrojen bağlarıyla birbirine bağlanması ve üç boyutlu yapı kazanması

E) Kendisini eşleyecek DNA iki ipliğinin birbirinden ayrılması

8. I. Kalıtsal bilginin kopyasını, çekirdekten ribozoma götürme

II. Ribozomun yapısına katılarak protein sentezinde görev alma

III. Sitoplazmadaki amino asitleri ribozoma taşıma

Yukarıdaki görevleri gerçekleştiren RNA çeşitleri, aşağıdakilerden hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

	mRNA	tRNA	rRNA
A)	I	II	III
B)	I	III	II
C)	II	I	III
D)	II	III	I
E)	III	I	II

9. Protein sentezinde görev alan;

I. mRNA

II. tRNA

III. rRNA

moleküllerinden hangisi ya da hangileri tekrar tekrar kullanılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II, ve III

10. Protein sentezi sırasında gerçekleşen;

I. mRNA molekülünün çekirdekten çıkarak ribozoma bağlanması

II. Başlatma kodonu ile antikodon arasında hidrojen bağlarının kurulması

III. Amino asitler arasında peptit bağlarının kurulması

IV. DNA anlamlı ipliğine göre mRNA sentezlenmesi

aşamalarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I-II-III-IV B) II-I-III-IV

C) IV-I-II-III D) IV-III-II-I

E) III-II-I-IV

11. Aynı mRNA çeşidinin, aynı anda çok sayıda ribozom tarafından kullanılarak protein sentezlenmesine "polizom" denir.

Polizom;

I. Protein çeşitliliğini artırır.

II. Enerji tasarrufu sağlar.

III. Zaman tasarrufu sağlar.

durumlarından hangisi ya da hangilerini gerçekleştirir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II, ve III

12. Nükleotit sayısı bilinen bir DNA molekülüyle ilgili olarak;

I. Organik baz sayısı

II. Nükleotit çeşidi sayısı

III. Deoksiriboz sayısı

IV. Bir ipliğindeki adenin bazı sayısının timin bazı sayısına oranı

ifadelerinden hangileri hesaplanabilir?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

13. Bir hücrede sentezlenen proteinin yapısındaki peptit bağı sayısı, aşağıdakilerden hangisine bağlı değildir?

A) mRNA'nın yapısındaki kodon sayısı

B) Kullanılan amino asit sayısı

C) Kullanılan tRNA sayısı

D) Kullanılan tRNA çeşidi sayısı

E) Gendeki kod sayısı

14. Bir proteinin yapısındaki amino asitlerin sırasına bakılarak bu proteinin sentezi sırasında kullanılan;

I. Kodon

II. Antikodon

III. Kodon çeşidi

IV. Kod çeşidi

bilgilerinden hangilerinin sayısı hakkında yorum yapılabilir?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

15. Normal (^{14}N) azot atomlarına sahip DNA taşıyan bir bakteri, ağır (^{15}N) azot atomları bulunan bir besi ortamında üç nesil çoğaltılıyor. Üçüncü nesilde oluşan bakteriler ile ilgili olarak;

I. Melez DNA'ya sahip bakterilerin, ağır DNA'ya sahip bakterilere oranı 1/3' tür.

II. Normal azot atomu bulunduran DNA ipliklerinin, ağır azot atomu bulunduran DNA ipliklerine oranı 1/7' dir.

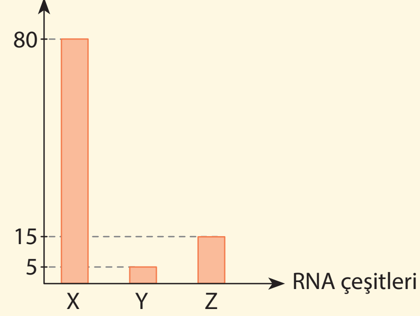
III. DNA'sında sadece normal azot bulunduran bakteri oluşmaz.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II, ve III

16.



Yukarıda RNA çeşitlerinin hücrede bulunma oranları verilmiştir. Buna göre X, Y, Z şeklinde gösterilen RNA çeşitleriyle ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Üç RNA çeşidinde de riboz şekeri bulunur.

B) Z, sitoplazmadan ribozoma amino asit taşır.

C) X, ribozomun yapısına katılır.

D) Hücrelerde bulunan Y çeşidi, Z çeşidinden azdır.

E) Z' nin yapısında H bağları bulunur.

17. DNA, RNA ve ribozom için;

I. Yapısında karbonhidrat bulundurma

II. Yapısında azot bulundurma

III. Yapısında protein bulundurma

IV. Kendisini eşleyebilme

özelliklerinden hangileri ortaktır?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

18. Protein sentezinin gerçekleştiği bir hücrede;

I. Su

II. mRNA

III. Amino asit

IV. tRNA

moleküllerinin hangilerinin miktarı azalır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) II ve IV

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

19. I. Sentezlenen proteindeki amino asit sayısı
II. Sentezlenen proteindeki amino asit çeşidi
III. Sentezlenen mRNA' nın kodon çeşidi sayısı

DNA anlamlı ipliğindeki kodlardan bir adenin nükleotidinin mutasyona uğrayıp guanin nükleotidine dönüşmesi, yukarıda verilenlerden hangisi ya da hangilerinin kesinlikle değişmesine neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II, ve III

20. **DNA molekülüyle ilgili olarak;**
I. Hücredeki hayatsal olayları yönetir.
II. Kendini eşleyebilir.
III. Ökaryot hücrelerde mitokondri ve kloroplastın yapısında bulunabilir.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II, ve III

21. **İşaretli amino asitlerin bulunduğu bir ortama konulan bakteride bu amino asitler protein sentezinde kullanılmıştır. Buna göre kullanılan amino asitler;**
I. Sitoplazma
II. tRNA
III. Ribozom

yapılarından, hangi sırayı izleyerek geçer?

A) I-II-III B) II-I-III C) III-II-I
D) III-I-II E) I-III-II

22. **Bitkilerde biyoteknolojik çalışmalarla;**
I. Besin değerini artırma
II. Herbisitlere ve insektisitlere karşı direnç oluşturma
III. Soğuğa karşı direnç oluşturma

özelliklerinden hangisi ya da hangilerini kazandırmak mümkün olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II, ve III

23. **Protein sentezi sırasında gerçekleşen;**
I. mRNA sentezi
II. tRNA'nın sitoplazmadaki amino asidi ribozoma götürmesi
III. DNA iki ipliğinin gen bölgesinde birbirinden ayrılması
IV. mRNA'nın ribozomun küçük alt birimine tutunması

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I-II-III-IV B) I-III-II-IV
C) III-I-II-IV D) III-I-IV-II
E) III-IV-I-II

24. **Kaynatılarak öldürülmüş hastalık yapma özelliğine sahip kapsüllü *Pneumococcus* bakterilerine ait;**
I. Protein
II. DNA
III. Karbonhidrat
IV. Yağ

moleküllerinden hangisi ya da hangileri kapsülsüz bakterilere kapsül yapma yeteneği kazandırabilir?

A) Yalnız II B) I ve III C) II ve IV
D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

25. **Eşit sayıda nükleotide sahip iki farklı gen için;**

I. Nükleotit çeşidi

II. Adenin sayısı

III. Deoksiriboz sayısı

IV. Hidrojen bağı sayısı

özelliklerinden hangileri kesinlikle aynıdır?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

26. **Ökaryot bir hücrede protein sentezinin gerçekleşebilmesi için;**

I. Ribozom

II. Mitokondri

III. Kloroplast

yapılarından hangisi ya da hangileri kesinlikle bulunmalıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II, ve III

27. I. DNA'daki nükleotit çeşitleri

II. Proteinlerinin yapısındaki amino asit çeşitleri

III. Genlerdeki genetik kod dizilişleri

Aynı türe ait farklı canlılarda, yukarıda verilenlerden hangisi ya da hangilerinin kesinlikle aynı olması gerekir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II, ve III

28. I. Nükleotit çeşidi

II. Nükleotit dizilişi

III. Nükleotit sayısı

Replikasyon sonucu oluşan iki DNA molekülünde yukarıda verilenlerden hangisi ya da hangileri kesinlikle aynıdır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

29. I. Pentoz şekeri sayısı

II. Bir ipliğindeki pürin nükleotitleri sayısı

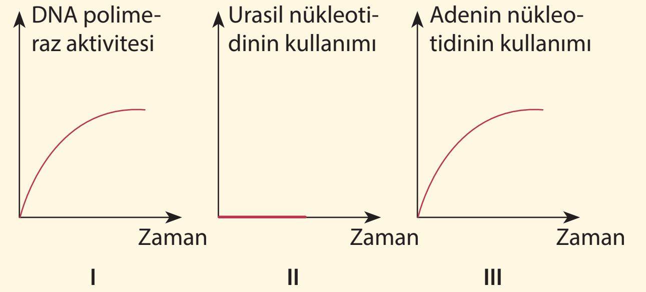
III. Fosfodiester bağ sayısı

Bir DNA molekülünün yapısındaki nükleotit sayısının bilinebilmesi için yukarıdakilerden hangisi ya da hangilerinin tek başına bilinmesi yeterlidir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) I ve III E) I, II, ve III

30.



Yukarıda ökaryot bir hücrede gerçekleşen olaylar sırasında meydana gelen değişimler grafiklerde gösterilmiştir.

Buna göre hangi grafik ya da grafikler sadece replikasyon sırasında gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

31. **Protein sentezi sırasında gerçekleşen;**

I. mRNA sentezi

II. Kodon ile antikodonlar arasında hidrojen bağlarının kurulması

III. tRNA' ların amino asit bağlaması

IV. Amino asitler arasında peptit bağlarının kurulması

olaylarından hangileri ribozomda gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

II.
ÜNİTE

BİTKİ BİYOLOJİSİ

1. Bitkilerin Yapısı, Büyüme ve Hareket
2. Bitkilerde Madde Taşınması
3. Bitkilerde Eşeyli Üreme



Yeryüzündeki yaşamın devamı için vazgeçilmez olan bitkiler, doğadaki madde döngülerinin en kritik yerlerinde görev alır. Bitkiler; tüketici canlıların besin ihtiyaçlarının karşılanması, atmosferdeki oksijenin sabit kalması gibi pek çok etkileri nedeniyle diğer canlılar için hayatî önem taşır.

Bu ünitede ilk olarak bitkilerin yapısı tanıtılacaktır. Sonrasında bitkilerde su ve besin maddelerinin taşınması; büyüme, gelişme ve üreme gibi olayların nasıl gerçekleştiği anlatılacaktır.





1. BÖLÜM

BİTKİLERİN YAPISI, BÜYÜME VE HAREKET

Resimde gördüğünüz bitki, ülkemizin değişik yerlerinde bol miktarda üretilmekte ve yörelere göre *ayçiçeği, günebakan, gündöndü* gibi isimler almaktadır. Bu isimleri almasının nedeni, güneş ışınlarını takip ederek çiçeğini gün boyunca güneşin olduğu yöne doğru çevirmesidir. Peki, ayçiçeği güneşi nasıl takip eder?

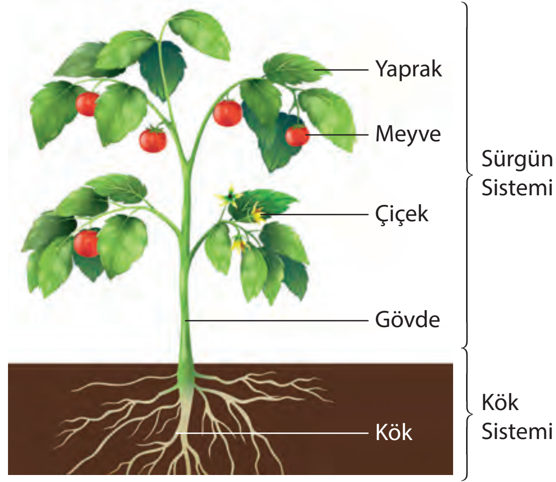
Bu bölümde bitkilere ait organların yapısı, bitkilerin gelişmesinde etkili olan hormonlar, bitkilerde gerçekleşen hareket çeşitleri ve bu hareketlerde etkili olan faktörler anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Oksin
2. Giberellin
3. Etilen
4. Fotoperiyodizm
5. Tropizma
6. Nasti
7. Apikal
8. Lateral
9. Absisik asit

1. BİTKİLERİN YAPISI, BÜYÜME VE HAREKET

Çevremize baktığımızda her yerde görebileceğimiz, yeryüzünün temel üreticileri ve yaşamın temel taşlarından olan bitkilerin, yaklaşık 300.000 türü olduğu tahmin edilmektedir. Bu türlerin yaklaşık 250.000'ini içeren çiçekli bitkiler, 140 milyon yıl kadar önce ortaya çıkmıştır. Karasal yaşama en iyi uyum sağlayabilen bitki grubu olan çiçekli bitkilerin kök, gövde, yaprak ve çiçek gibi organları yaşadıkları ortama uyum sağlayacak şekilde gelişmiştir.

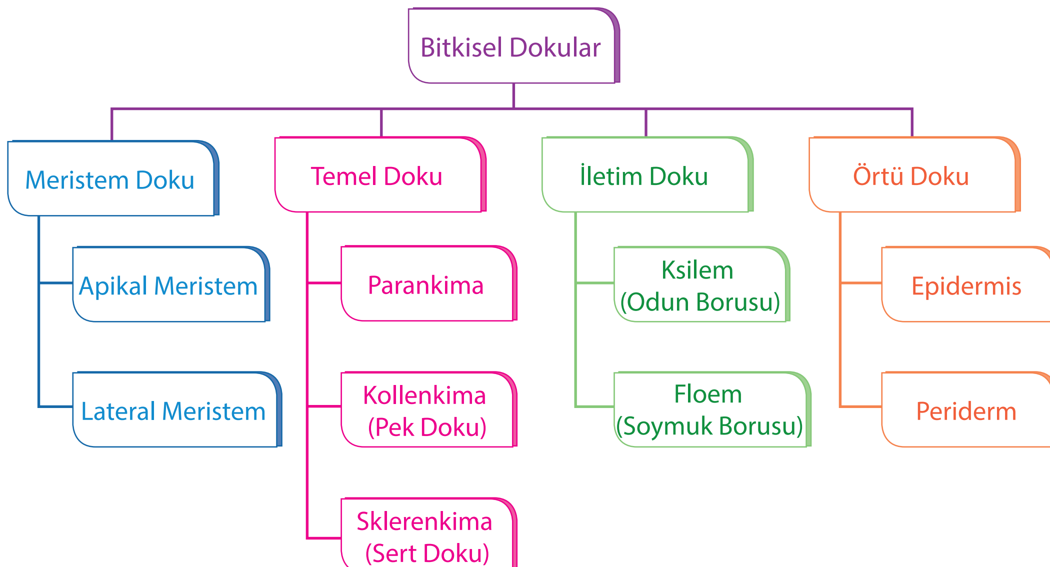


Şekil 2.1 Bitkilerde kök ve sürgün sistemi

Bitkilerin organları iki temel sistemden oluşmaktadır. Bunlar, **kök sistemi** ve **sürgün sistemi**dir (Şekil 2.1). Kök, bitkiyi toprağa bağlar ve aynı zamanda su ve minerallerin topraktan alınarak bitki tarafından kullanılmasını sağlar. Bazı bitkilerde kök, fotosentez ürünü olan besinlerin depolanmasında da görevlidir. Sürgün sistemi; gövde, yapraklar, çiçekler ve meyvelerden oluşur. Kök ile yapraklar arasında madde iletimini sağlayan gövde; aynı zamanda yaprakları, çiçekleri ve meyveleri taşımakla görevlidir. Yapraklar, fotosentezde; çiçekler, üremede; meyveler ise tohumun korunmasında ve yayılmasında görevlidir.

1.1. BİTKİSEL DOKULAR

9 ve 11. sınıflarda da anlatıldığı üzere canlılarda benzer görevlere sahip hücreler bir araya gelerek dokuları oluşturur. Bitkisel dokular da bitkisel hücrelerin bir araya gelerek oluşturduğu yapılardır. Bitkilerde dört temel doku çeşidi vardır. Bunlar; **meristem doku, temel doku, iletim doku ve örtü doku**dur (Şema 2.1).



Şema 2.1 Bitkisel dokular

1.1.1. MERİSTEM DOKU

Hayvanlar âlemine ait canlılar, besinlerini bulabilmek için genellikle aktif olarak hareket eder ve avlarını veya besinlerini arayarak bulurlar. Bitkiler ise aktif olarak hareket edemez ve ihtiyaç duydukları kaynaklara büyüyerek ulaşmaya çalışırlar. Bitkiler, köklerini uzatarak topraktan fazla miktarda su ve mineral almaya, gövdelerini uzatarak da daha fazla güneş ışığı toplamaya çalışırlar. Ayrıca hayvanlarda büyüme, belirli bir zamana kadar devam ederken bitkilerde yaşamlarının sonuna kadar devam edebilir.

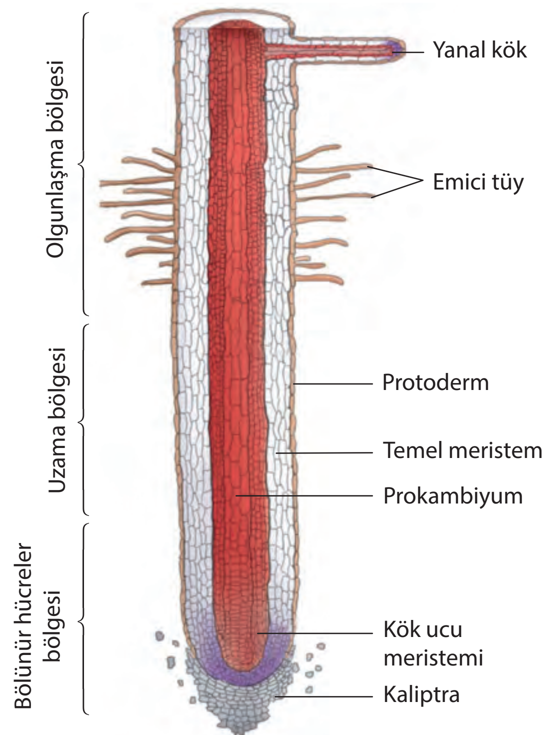
Bitkilerde büyüme, **meristem doku** adı verilen dokularla sağlanır. Meristem doku hücreleri; küçük, ince çeperli, merkezî kofulları olmayan veya çok küçük olan, bol sitoplazmalı hücrelerdir. Bitkinin yaşamı boyunca var olan meristem doku hücreleri, bölünerek yeni hücreler üretme yeteneğine sahiptir. Oluşan bu yeni hücrelerin bazıları meristem doku özelliğini devam ettirirken bazıları bitkinin diğer doku hücrelerine dönüşür. Bu nedenle bitkinin diğer tüm dokularının, meristem dokudan köken aldığı söylenebilir. Bu yönüyle meristem doku hücrelerini, hayvanlardaki kök hücrelere benzetebiliriz.

Bir bitkinin büyüme ve gelişmesinde farklı meristem doku çeşitleri görev yapar. Bunlar, uç (apikal) meristem ve yanal (lateral) meristemdir.

Uç (Apikal) Meristem

Tüm bitkilerde bulunan uç meristemler; bitkinin kök, gövde, dal ucu gibi kısımlarında yer alır. Uç meristem, gövde ve kökte **primer (birincil) büyüme** olarak adlandırılan dikey uzamanın gerçekleşmesini sağladığından *primer meristem* olarak da adlandırılır. Gövde ucunda bulunan meristem doku hücreleri, bitkinin gövdesini uç kısımdan uzatarak yaprak, çiçek gibi organların daha fazla oluşmasını sağlar. Kök ucunda bulunan meristem doku hücreleri ise kökü uç kısmından uzatır. Böylece kökün toprağın derinliklerine inerek daha fazla su ve mineral bulmasını sağlar (Şekil 2.2).

Kök ucu meristemi, kökün ucunda **kaliptra (kök şapkası)** adı verilen kısım ile korunur (Şekil 2.2). Kaliptra, kayganlaştırıcı bir madde salgılayarak kökün toprak içinde daha rahat uzamasında, yer çekiminin algılanmasında ve köklerin yer çekimi doğrultusunda büyümesinde de etkilidir.



Şekil 2.2 Kökün boyuna kesitinde primer büyüme bölgeleri

Kökün **bölünme bölgesi**nde, uç meristemler bölünerek diğer hücrelerin de oluşmasını sağlar. Bu bölgenin üstünde **uzama bölgesi** bulunur. Burada yeni oluşmuş olan hücreler uzayarak kökün de uzamasını ve toprağın derinliklerine inmesini sağlar. En üst kısımda ise **olgunlaşma bölgesi** bulunur. Bu bölgedeki hücreler farklılaşarak özel yapı ve işlevler kazanır (Şekil 2.2).

Kökte uzama sırasında, uç meristemin oluşturduğu embriyonik dokular gelişir. Bunlar; dıştan içe doğru **protoderm, temel meristem** ve **prokambiyum** dokularıdır (Şekil 2.2). Bu dokular, gelişim sırasında bitkinin farklı dokularını oluşturur. Protoderm, örtü dokuya; temel meristem, temel dokuya; prokambiyum ise iletim dokuya dönüşür.

Gövde ve dal ucu gibi kısımlarda bulunan gövde ucu meristemi, bitkinin boyca uzamasını sağlar. Tepe tomurcuğunun uç kısmında kubbe şeklinde görülen bu meristem hücreleri; kökte olduğu gibi protoderm, temel meristem ve prokambiyum dokularını oluşturur. Gövde ucu meristemi, koruyucu yapraklar ile korunur (Resim 2.1).



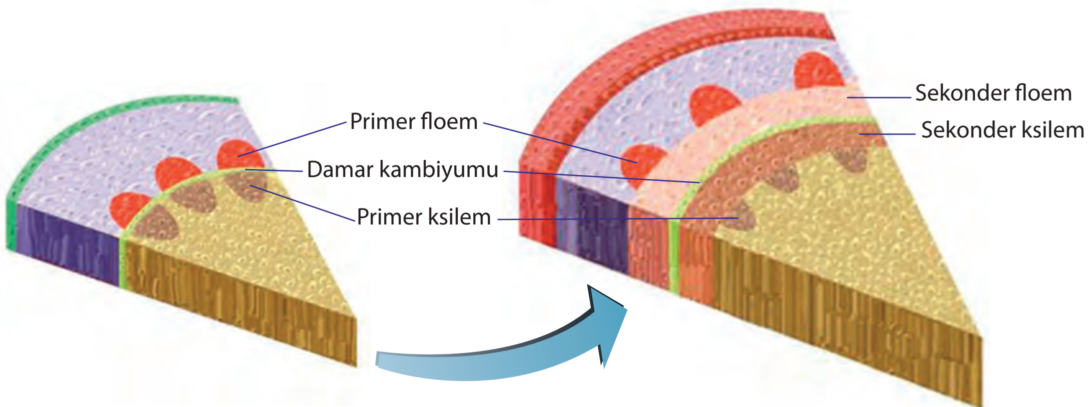
Resim 2.1 Gövde ucu meristemi, sürgün ucunda primer büyümeyi sağlar.

Yanal (Lateral) Meristem (Kambiyum)

Bazı çok yıllık bitkilerin kök ve gövdelerinde, **sekonder (ikincil) büyüme** olarak adlandırılan enine kalınlaşma görülür (Şekil 2.3). Enine kalınlaşmayı, bölünme yeteneği olmayan parankima hücrelerinin hormonların etkisiyle tekrar bölünme yeteneği kazanması sonucu oluşan lateral meristem sağlar. Lateral meristem, **damar (demet = vasküler) kambiyumu** ve **mantar kambiyumu** olmak üzere iki çeşittir.

Damar kambiyumu, kök ve gövdenin enine kalınlaşmasını sağlarken iletim doku elemanları olan ksilem (odun boruları) ve floemin (soymuk boruları) oluşmasında da görevlidir. Damar kambiyumu, bitkinin embriyonik gelişim sürecinde iletim demetlerinin içinde primer floem ile primer ksilem arasında uzanan tek bir hücre tabakası şeklindedir (Şekil 2.3).

Kök ve gövdenin kalınlığı, damar kambiyumunun bölünmeleri ile artar. Damar kambiyumu hücreleri, bölünmeler ile içe doğru sekonder ksilemi oluştururken dışa doğru sekonder floemi oluşturur (Şekil 2.3).



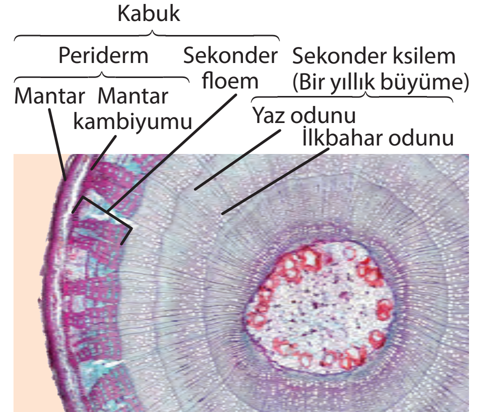
Şekil 2.3 Çok yıllık odunsu bitki gövdesinde sekonder büyüme

Enine kalınlaşma, yıllarca devam ettiğinden sekonder ksilem tabakaları üst üste birikerek odun adı verdiğimiz dokuyu oluşturur. Türkiye gibi ılıman bölgelerde yaşayan ağaçlarda enine kalınlaşma sırasında **yaş halkaları** oluşur. İlkbaharda mevsim şartları bitki gelişimi için daha uygun olduğundan üretilen hücreler, daha büyük ve ince çeperlidir. Bu nedenle **ilkbahar odunu** adını verdiğimiz halka, daha geniş ve açık renkli olur. Yaz süresince kullanılabilir su azaldığından bitki gelişimi de yavaşlar ve kalın çeperli, ince hücrelerden oluşan dar ve koyu renkli **yaz odunu** gelişir (Resim 2.2). Bunun sonucunda her yıl bir açık renkli ve geniş, bir tane de koyu renkli ve dar yaş halkası oluşur. Tropik bölgelerde yaşayan ağaçlarda böyle mevsimsel bir büyüme gözlenmediğinden yaş halkaları da oluşmaz.



Resim 2.2 Yaş halkalarındaki ilkbahar (açık renkli halkalar) ve yaz odunları (koyu renkli halkalar)

Lateral meristemin bir diğer çeşidi olan **mantar kambiyumu**, sekonder floemin dış kısmında bulunur ve mantar hücrelerini üretir. Mantar hücreleri, **süberin** adı verilen mumsu bir madde üreterek sertleşir ve ölür. Bu ölü hücreler, sekonder büyüme sırasında parçalanan epidermis dokularının yerini alan koruyucu mantar dokunun oluşmasını sağlar. Ağacın dış kısmında yer alan mantar doku, bitkiyi mekanik etkilerden ve hastalık yapıcılardan korur. Mantar tabakası ve mantar kambiyumu, birlikte **peridermi** oluşturur. Periderm ile sekonder floem ise **kabuk** olarak adlandırılır (Resim 2.3).



Resim 2.3 Odunsu gövdenin enine kesiti

Bunu biliyor musunuz?



Antalya'nın Elmalı ilçesinde Çığlıkara Tabiatı Koruma Alanı'nda bulunan, 1995 yılında 2000 yaşında olduğu saptanarak "anıt ağaç" ilan edilen koca katran ağacı, Türkiye'nin en yaşlı ağacı konumundadır. 25 m uzunluğunda olan ağaç, 262 cm çap ve 823 cm çevre genişliğine sahiptir.

Tabiat ve İnsan, Aralık 2011

1.1.2. TEMEL DOKU

Temel doku; bitkinin kök, gövde, yaprak gibi organlarının tümünde bulunan doku çeşididir. Fotosentezde, bitkiye desteklik sağlamada, su ve besin depolamada görevli olan temel doku; parankima, kollenkima ve sklerenkima şeklinde üç grupta incelenir.

Parankima

Bitkilerin yapısında en fazla bulunan doku çeşididir. Büyük kofullu, ince çeperli hücrelere sahiptir. Yapraklarda bulunan parankima çeşitleri olan **palizat** ve **sünger parankimaları**, fotosentez yapabilir ve **özümleme parankiması** adını alır. Gövde ve meyvede bulunan **depo parankiması**, su ve

besin depolar (Resim 2.4). **İletim parankiması**, gövdedeki iletim dokuları ile bitkinin diğer dokuları arasında madde alışverişini gerçekleştirir. Ayrıca genellikle su ve bataklık bitkilerinde bulunan, hücreler arası boşluklarında gaz depolayan **havalandırma parankiması** da mevcuttur.

Bölünme potansiyelini koruyan bazı parankima hücrelerinin, tekrar bölünme yeteneği kazanarak damar kambiyumunu oluşturabildiği bilgisi, yanal meristem konusunda anlatılmıştı. Ayrıca bu dokular, yaralanma ve travma gibi durumlarda bölünerek yeni hücreleri oluşturur ve yaralanma bölgelerini onarır.



Resim 2.4 Kaktüsün [*Echinocactus grusonii* (Ekinokaktus gruzoni)] gövdesi su depo etme özelliğine sahiptir.

Kollenkima (Pek Doku)

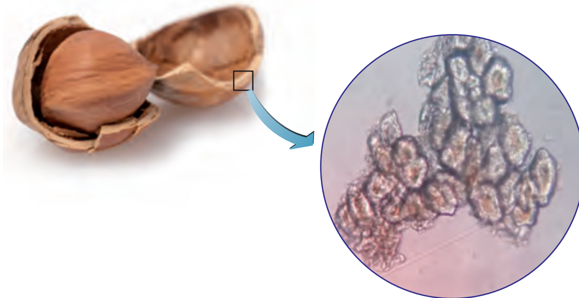
Yapısında bulundurduğu pektin adı verilen salgının etkisiyle esneme yeteneğine sahip olan kollenkima; bitkinin yaprak, meyve gibi organlarına destek sağlamakla görevlidir. Kollenkima, rüzgâr gibi mekanik etkiler karşısında bitkinin kırılmadan bükülmesini sağlar. **Selüloz** ve **pektin** maddelerinin birikmesi sonucu hücre çeperlerinin bazı bölgelerinde kalınlaşmalar görülür. Hücrelerin köşe bölgelerinde bulunan kalınlaşmalar **köşe kollenkiması,** boyuna uzanan kalınlaşmalar ise **levha kollenkiması** olarak isimlendirilir. Kereviz bitkisinin gövdesindeki teller kollenkima hücrelerine örnek verilebilir (Resim 2.5)



Resim 2.5 Kereviz bitkisinin gövdesinde kollenkima hücreleri

Sklerenkima (Sert Doku)

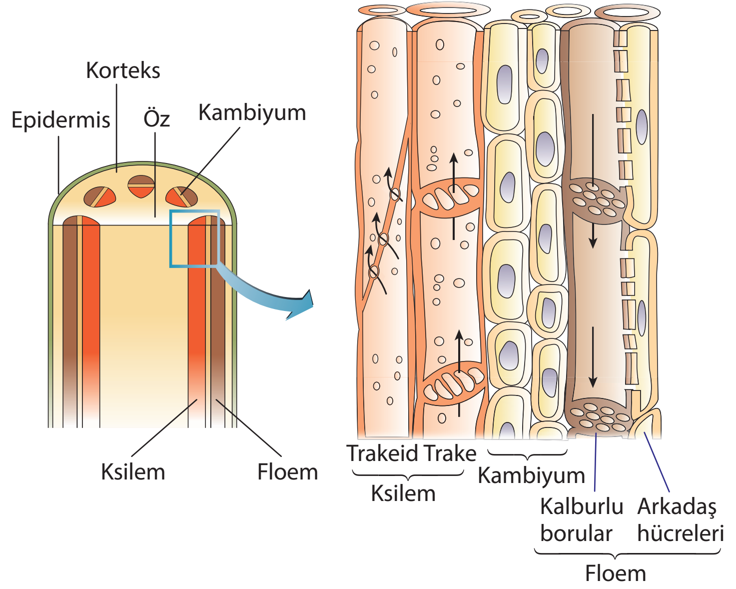
Sklerenkima hücrelerinin çeperlerinde **lignin** adı verilen, odunlaşmayı sağlayan, sert ve dayanıklı bir madde bulunmaktadır. Başlangıçta canlı olan sklerenkima hücreleri, bir süre sonra programlanmış hücre ölümleri geçirir ve bitkiye destek sağlar. Bitkilerde iki tip sklerenkima hücresi vardır: Bunlar, iplikler şeklinde oluşan **sklerenkima lifleri** ve **taş hücreleri**dir. Fındık kabuğuna sertlik kazandıran (Resim 2.6), ayva ve armut gibi meyvelerin kumsu dokularının oluşmasını sağlayan taş hücreleri, sklerenkima hücrelerine örnektir. Sklerenkima liflerinin örneklerine keten, kenevir gibi bitkilerde rastlanır.



Resim 2.6 Fındık kabuğundaki taş hücreleri

1.1.3. İLETİM DOKU

Hayvanlarda kalp, damar gibi dolaşım sistemi organlarının gerçekleştirdiği vücut içinde madde taşıması görevini, bitkilerde iletim doku elemanları yapmaktadır. Bitkilerde iletim sistemi; kökten alınan su ve minerallerin yaprak, çiçek gibi organlara, fotosentez sonucu oluşan organik besinlerin ise bitkinin diğer organlarına taşınmasını sağlar. İletim sistemi, iki farklı dokudan oluşur. Bunlar, **ksilem (odun boruları)** ve **floem (soymuk boruları)**dir (Şekil 2.4). Bu sistemin nasıl çalıştığı "Bitkilerde Madde Taşınması" bölümünde daha detaylı olarak anlatılacaktır. Bu başlık altında ise iletim dokusu çeşitlerinin yapıları tanıtılacaktır.



Şekil 2.4 Bitkilerde iletim doku elemanları olan ksilem ve floem

Ksilem (Odun Boruları)

Ksilem, hücre çeperlerinde geçitler bulunan **trake** ve **trakeid** adı verilen cansız hücrelerden oluşur. Trakeler geniş, trakeidler ise daha dar çaplı hücrelerdir. Kökten, bitkinin üst organlarına kadar uzanan uç uca eklenmiş borular şeklinde görünen ksilem, topraktan alınan su ve suda çözünmüş minerallerin üst organlara hızlı bir şekilde taşınmasını sağlar. Ksilemde madde taşınması sırasında enerji harcanmaz (Şekil 2.4).

Floem (Soymuk Boruları)

Hücreleri canlı olan floem, fotosentez sonucu oluşan organik maddelerin taşınmasında görevlidir. Floemin hücrelerinde madde taşınması çift yönlü olup ksilemdeki taşınmaya oranla daha yavaştır. Floem, **kalburlu borular** ve **arkadaş hücreleri** olmak üzere iki hücre çeşidinden oluşur. Uç uca eklenmeleri sırasında kalburlu boruların bazı yapıları parçalanır. Bu nedenle tüm organellerini korumuş olan arkadaş hücreleri, kalburlu boru hücrelerine bağlanarak yaşam destek birimleri olarak çalışır (Şekil 2.4).

1.1.4. ÖRTÜ DOKU

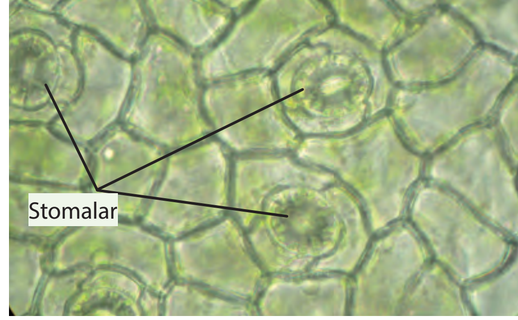
Epidermis

Epidermis; genç bitkilerde kök, gövde, yaprak gibi organların dış yüzeyini örten ve çoğu zaman tek hücre tabakasından oluşan dokudur. Hücreleri genellikle kofulsuzdur. Hücreler arasında boşluk bulunmaz.

Gövde ve yapraklardaki epidermis hücreleri, **kütin** adı verilen mumsu bir madde salgılayarak kütikula tabakasını oluşturur. **Kütikula;** bitkide terleme ile kaybedilen su miktarını azaltır, hastalık yapıcıların bitkiye girmesini önler, bitkiyi güneşin zararlı ışınlarından korur.

Epidermis hücreleri farklılaşarak stoma, tüy, hidatot, emergens gibi bazı özel yapılar oluşturabilir.

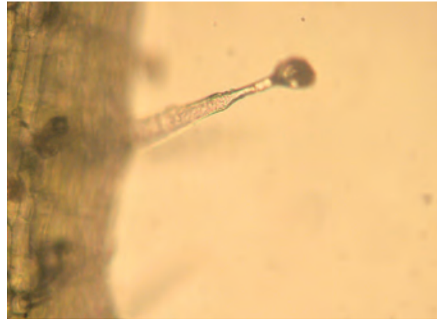
Stoma (Gözenek): Stomalar, yapraklarda gaz alışverişinin gerçekleştiği, iki hücrenin aralarında açıklık bırakarak oluşturduğu yapılardır (Resim 2.7). Diğer epidermis hücrelerinden farklı olarak kloroplast taşıyan bu hücreler; bitkilerin yeşil kısımlarında, özellikle yapraklarda ve otsu gövdelerde bulunur. Stomalar, açılıp kapanarak terleme sonucu oluşan su buharının dışarı atılmasını ve solunum/fotosentez sırasında gaz alışverişinin gerçekleşmesini sağlar.



Resim 2.7 Yaprak altından alınan yüzeysel kesitte stomaların mikroskop görüntüsü

Tüy: Tüyler, epidermis hücrelerinin farklılaşarak dışarı doğru uzamaları ile oluşan hücrelerdir. Canlı veya ölü olabilen tüy hücreleri, görev ve yapı bakımından farklılıklar gösterir. Yapraklardaki bazı tüyler, güneş ışınlarının doğrudan yaprak üzerine gelmesini engelleyerek bitkiyi buharlaşma yoluyla yaşanan su kaybından korurken (Resim 2.8a) silisyum ya da kalker taşıyan sivri uçlu, kalın çeperli tüyler bitkileri hayvanlara karşı korur. Sardunya gibi kokulu bitkilerin gövde, yaprak ve çiçeklerinde bulunan bazı tüyler aromatik kimyasallar salgılar (Resim 2.8b). Kök tüyleri ise kökün yüzey alanını artırarak daha fazla su ve mineral emilimini sağlar (Resim 2.8c).


(a)


(b)


(c)

Resim 2.8 (a) Yaprak üzerindeki koruyucu tüyler, (b) Sardunya yaprağında salgı tüyü, (c) Çimlenmekte olan tohum kökündeki emici tüyler

Hidatot: Epidermisin farklılaşmasıyla oluşan bir diğer yapı da nemli ve sıcak ortam bitkilerinde görülen hidatotlardır. Havadaki nem oranı fazla olduğu için terleme ile atılamayan fazla su, hidatotlardan damlama yoluyla dışarı atılır. Hidatotlar, stomalardan farklı olarak açılıp kapanamaz ve su ile birlikte suda çözünen mineralleri de dışarı atar.

Emergens (Diken): Emergensler, bitkilerin hayvanlardan korunmasını sağlayan sivri yapılardır (Resim 2.9). Emergenslerin yapısında, epidermis hücrelerinin yanı sıra parankima ve iletim doku hücreleri de bulunur.

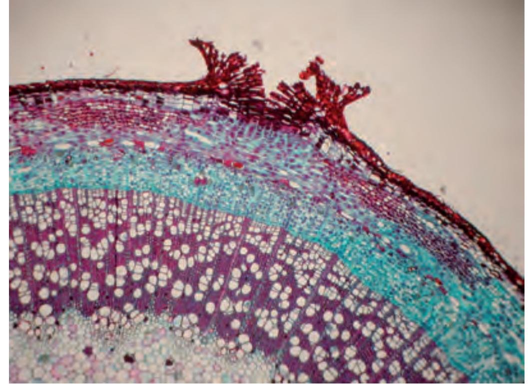


Resim 2.9 Bitkilerdeki emergensler, bitkilerin hayvanlara karşı korunmasını sağlar.

Periderm

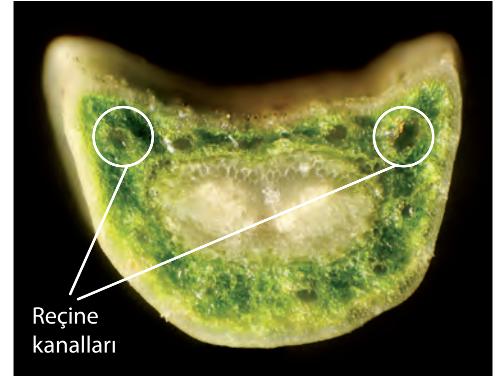
Odunsu bitkilerin gençken gövde ve köklerini saran epidermis dokusu, zamanla parçalanır. Mantar kambiyumu; kalın, su geçirmez bir madde olan **suberin** içeren mantar dokunun oluşmasını sağlar. Mantar doku; bitkiyi mekanik etkilerden, hastalık yapıcılardan ve aşırı su kaybından korur. Mantar kambiyumu ve mantar dokunun birlikte oluşturduğu tabakaya **periderm** adı verilir. Periderm oluşumundan sonra gövde ve kökün iç kısmında bulunan hücrelerde gaz alışverişinin gerçekleşmesi için peridermin üzerinde **lentisel (kovucuk)** adı verilen açıklıklar oluşur (Resim 2.10).


(a)


(b)

Resim 2.10 (a) Ağaç gövdesindeki lentiseller, (b) Lentiselin mikroskoptaki görüntüsü

Bitkilerde metabolizma faaliyetleri sonucu oluşan ve tekrar reaksiyona girmeyen bazı maddeler (güzel kokulu uçucu yağlar, şekerli sıvılar vb.), salgılar hâlinde ya hücre içinde depolanır ya da hücreden dışarı atılır. Bu salgıların çok önemli görevleri vardır. Örneğin; reçine, bitkiyi zararlı mikroorganizmalardan koruyan antiseptik maddeler içerir. Çiçeklerde bulunan kokulu salgılar, böcekleri çekerek bitkinin tozlaşmasına yardımcı olur. Bitkilerde salgı sistemi; salgı hücreleri, salgı cepleri ve salgı kanalları gibi yapılardan oluşur (Resim 2.11). Bu yapılar, diğer dokuların arasına dağılmış olarak bulunur.



Resim 2.11 Çam yapraklarındaki reçine salgılayan kanallar

1.2. BİTKİSEL ORGANLAR

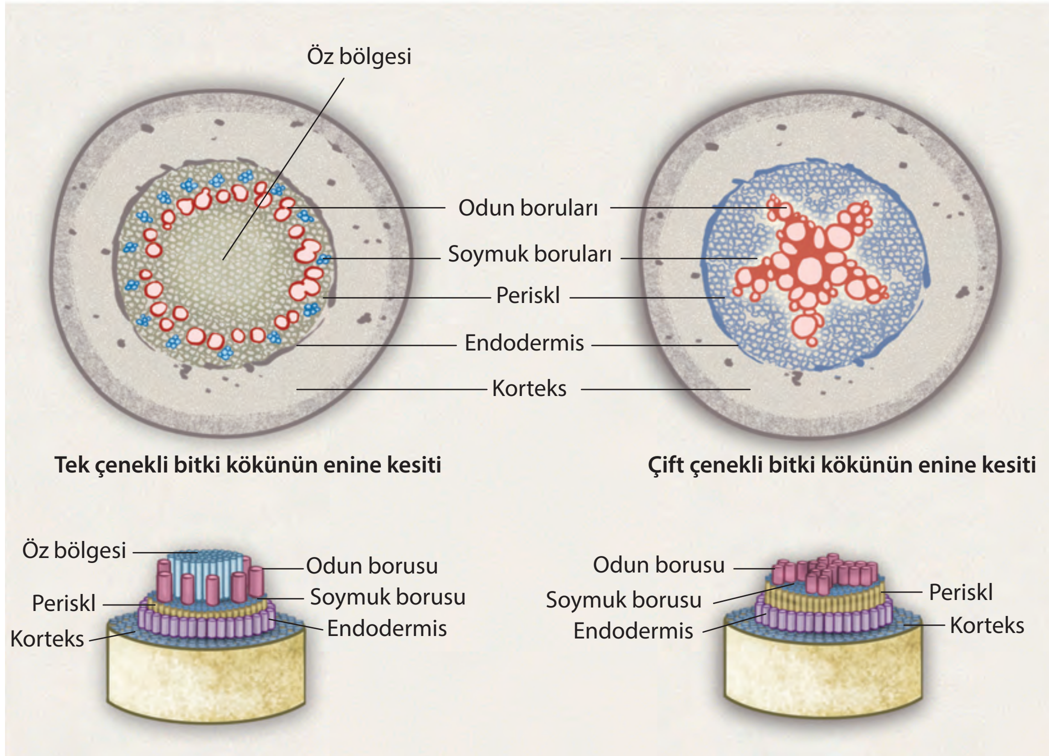
1.2.1. KÖK

Bitkide genellikle toprak altı organı olan kök; bitkinin toprağa bağlanması, topraktan su ve minerallerin alınması, besin depolanması, kökten alınan maddelerin gövdeye iletilmesi gibi görevleri gerçekleştirir.

Kökün en dış kısmında, protodermin oluşturduğu epidermis tabakası bulunur. Epidermis, aynı zamanda topraktan su ve minerallerin alınmasını sağlayan kök emici tüylerini oluşturur.

Kökün embriyonik gelişiminde temel meristemin oluşturduğu parankima, çok sayıda hücreden oluşur ve **korteks** adını alır. Korteksin en iç bölümündeki hücreler, **endodermis** tabakası adı verilen, suyu geçirmeyen tabakayı oluşturur. En içte bulunan prokambiyum ise iletim doku elemanları olan odun ve soymuk borularının da bulunduğu **merkezî silindiri** oluşturur. Merkezî silindirde odun ve soymuk borularının dışında **periskl** adı verilen bir yapı daha vardır. Periskl; yanal köklerin ve lateral meristemin oluşmasında, topraktan su ile alınan iyonların odun borularına taşınmasında görevlidir.

Tek çenekli (monokotil) ve çift çenekli (dikotil) bitkilerin kök yapıları birbirinden farklıdır. Odun boruları, çift çenekli bitkilerde kökün merkezinde yıldız şeklinde bulunur. Soymuk boruları, odun borularının arasında yer alır. Tek çenekli bitkilerde ise kökün ortasında bir öz bölgesi yer alır, odun ve soymuk boruları bu özün etrafında dizilmişlerdir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Tek ve çift çenekli bitkilerde kökün enine kesiti

Bazı bitkilerde kök, fotosentezle üretilmiş olan organik maddelerin depo edilme görevini gerçekleştirir. Havuç, pancar, turp gibi bitkiler bu tür bitkilere örnek olarak verilebilir (Resim 2.12).



Resim 2.12. Havuç, pancar ve turp; bitkilerde depo kök örnekleridir.

Bitkilerde yapılarına göre kazık ve saçak olmak üzere iki farklı kök çeşidi bulunur. *Kazık kökte*, gelişmiş bir ana kökten perisikl tarafından oluşturulan çok sayıda yan kök çıkar. Kazık kök; çam, söğüt, gül, havuç, sardunya, lahana, bakla gibi bitkilerde bulunur (Resim 2.13a). *Saçak kökte* ise ana kök gelişmemiş olup kökün gövdeyle birleştiği yerden çıkan tüm kökler hemen hemen aynı büyüklüktedir. Saçak kök; çim, çilek, buğday, pırasa, mısır, arpa gibi bitkilerde bulunur (Resim 2.13b).

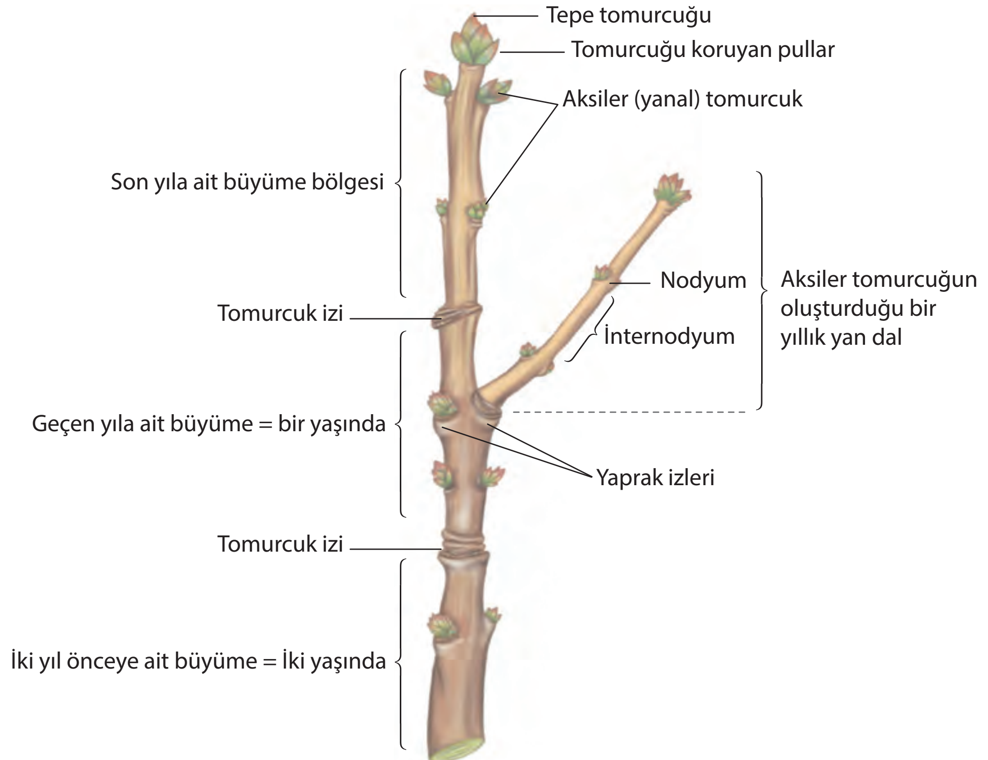

(a)


(b)

Resim 2.13 Kök çeşitleri: (a) Kazık kök, (b) Saçak kök

1.2.2. GÖVDE

Kök ile yaprak ve çiçekler arasında kalan sürgün sistemine **gövde** adı verilir. Gövde; yaprakları, çiçekleri ve meyveleri taşımanın dışında kök ile yapraklar arasında madde alışverişinin gerçekleşmesini de sağlayan organdır. Yapraklarını döken, çok yıllık bir ağacın gövdesi incelenecek olursa gövdenin, bitkinin boyuna uzamasında etkili olan bölgeleri fark edilecektir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Gövdede bulunan yapılar ve büyüme noktaları

Gövdenin en ucunda koruyucu pullar tarafından kuşatılmış olan **tepe tomurcuğu** bulunur. İlkbaharda, mevsim koşulları uygun hâle geldiğinde tepe tomurcuğu, etrafındaki pulları döker ve boyuna uzamayı başlatır. Gövdedeki bu boyuna uzama sırasında yaprakların çıktığı bölgeler oluşur. Yaprakların çıktığı bu bölgelere **nodyum** denir. İki nodyum arasında kalan bölgelere ise **internodyum** adı verilir. Yaprağın gövdeye bağlandığı bölgede arada kalan açıda ise **aksiler (yanal) tomurcuk** oluşur (Şekil 2.6).



Araştırınız

Bitkilerde budama işleminin ne gibi faydaları vardır? Araştırınız.

Tepe tomurcuğu, gövdeyi aktif olarak boyuna uzattığı sürece buradaki yanal tomurcuklar genellikle uyku hâlindedir. Bu duruma apikal dominansi adı verilir. Apikal dominansi sayesinde tüm kaynaklar boyuna uzamada kullanılır ve bitki, güneşten daha fazla faydalanmak için boyunu uzatır. Eğer bitkinin uç bölgesi bir hayvan tarafından yenecek olursa veya bitki, çevresel etkenlerden dolayı yukarıdan değil de yanlardan ışık alıyorsa yanal tomurcuklardaki dominansi kırılır ve yanal tomurcuk yeni bir dal oluşturur. Bazı bitkilerin budanarak çalı formunu almasında temel etken, uç meristemin kesilmesi sonucu yanal meristemlerin yan dalları oluşturmasıdır.

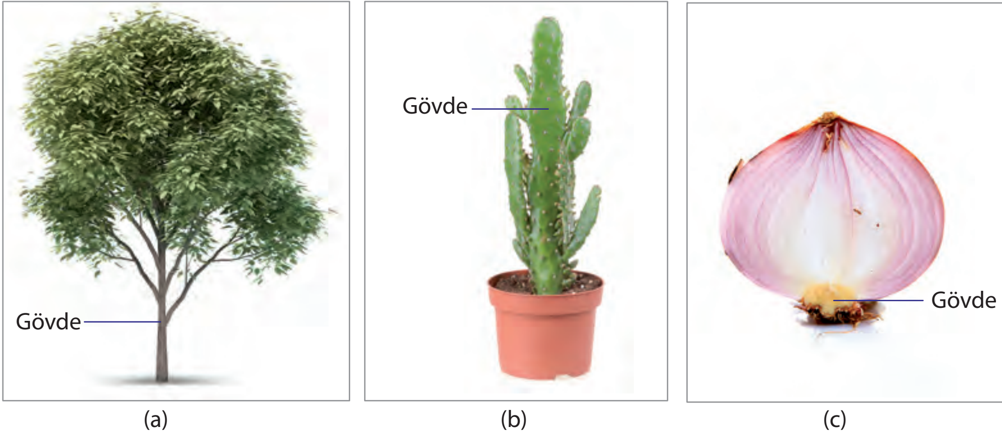
Mevsim koşulları sonbaharda kötüleşmeye başlayınca nodyumlardaki yapraklar dökülür ve buralar **yaprak izi** şeklinde daha sonraki yıllarda gözlenebilir. Tepe tomurcuğu ise bir yıllık büyüme sonucunda tekrar koruyucu pullarla kaplanır. Sonraki yıllarda bu pulların izleri halkalar şeklindeki **tomurcuk izleri** olarak gözlenebilir. Bu şekilde iki tomurcuk izi arasındaki boyuna uzama bölgesi, bir yıllık boyuna uzama bölgesi olarak belirlenir (Şekil 2.6).



Araştırınız

Depo kök ve depo gövdeler nasıl ayırt edilir? Araştırınız.

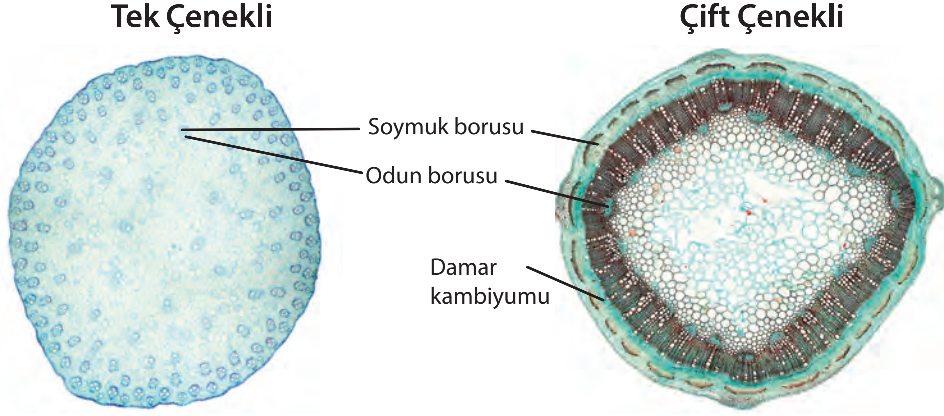
Bitkilerde farklı şekillerde gövdeler görülebilir. (Resim 2.14).



Resim 2.14 Farklı bitkilerdeki gövde çeşitleri: (a) Ağaç gövdesi, (b) Kaktüs gövdesi, (c) Soğan gövdesi

Tek ve çift çenekli bitkilerin gövdelerindeki iletim demetlerinin düzeni de farklılık gösterir. Çift çenekli bitkilerde odun ve soymuk boruları, kambi-

yum etrafında düzenli bir şekilde sıralanırken tek çenekli bitkilerde kambiyum yoktur ve iletim demetleri dağınık hâlde bulunur (Resim 2.15). Tek çenekli bitkilerin otsu gövdelerinin örtüsü epidermis iken odunsu çift çenekli bitkilerin çok yıllık gövdelerinin örtüsü peridermdir.



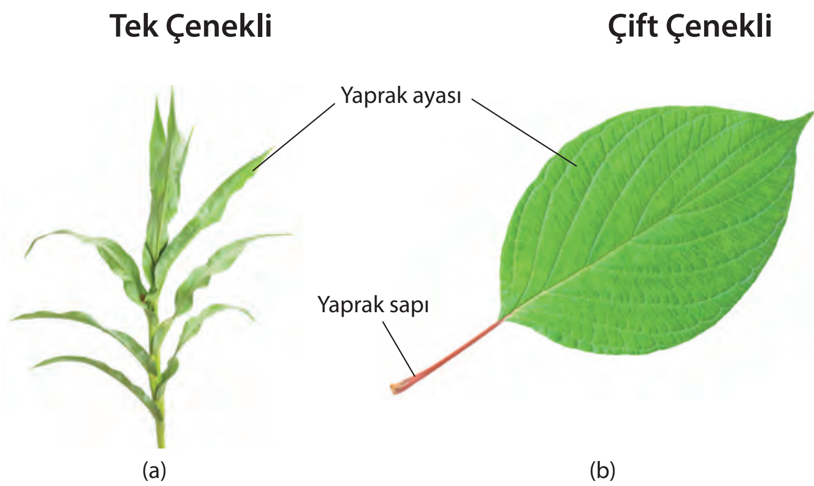
Resim 2.15 Tek ve çift çenekli bitkilerde gövdenin enine kesiti

1.2.3. YAPRAK

Bitkilerin çoğunda fotosentez ve terleme görevi olan yaprakların, farklı bitki türlerinde şekil ve büyüklüğü değişiklik gösterir. Genellikle kloroplastlı ve yeşil renkli olan yapraklar, yaprak sapı ve yaprak ayasından oluşur.

Yaprak Sapı (Petiyol)

Yaprağı gövdeye bağlayan yaprak sapı, yaprakların ışıktan en iyi şekilde faydalanmasını sağlar. Mısır, arpa, buğday gibi tek çenekli bitki türlerinde yaprak sapı bulunmazken çift çenekli bitkilerde bulunur (Resim 2.16)

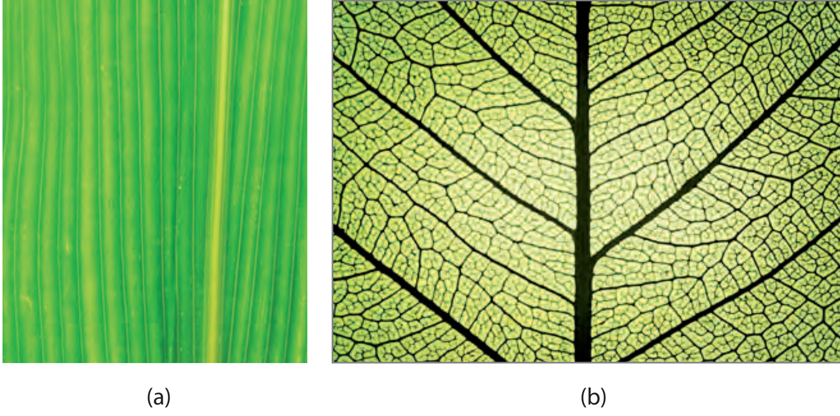


Resim 2.16 (a) Tek çenekli bitkilerde yaprak sapı yoktur ve yaprak, gövdeye yaprak ayasını sararak bağlanır, (b) Çift çenekli bitkilerde yaprak sapı bulunur.

Yaprak Ayası

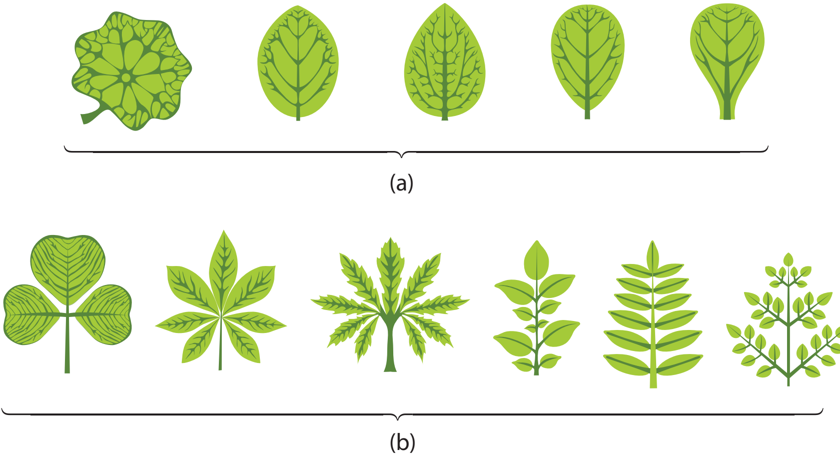
Yaprağın yassı, geniş ve ince bölümüdür. Taşıdığı kloroplastlı parankima hücreleri sayesinde fotosentezin yoğun olarak gerçekleştiği yerdir. Yaprak genişliği arttıkça soğurulan ışık miktarı artarken doğru orantılı olarak bitkinin terleme oranı da artar. Bu durum bitkide su kaybını artırır. Bu nedenle yaprak ayasının büyüklüğü, bitkinin yaşadığı ortama bağlı olarak değişebilir. Kurak ortama adapte olmuş bitkilerde yaprak ayası, nemli ortam bitkilerine oranla daha küçüktür.

Yaprak ayasında bulunan yaprak damarlarının dağılışı da tek ve çift çenekli bitkilerde farklılık gösterir. Tek çenekli bitkilerde damarlanma, paralel damarlanma şeklinde olurken (Resim 2.17a) çift çenekli bitkilerde ağsı damarlanma görülür (Resim 2.17b).



Resim 2.17 (a) Tek çenekli bitkilerde yapraklarda paralel damarlanma, (b) çift çenekli bitkilerde ise ağsı damarlanma görülür.

Yapraklar farklı bitki türlerinde, farklı şekillerde olabilir. Eğer yaprak, tek bir yaprak ayasından oluşuyorsa **basit yaprak** (Resim 2.18a), çok sayıda küçük yaprakçıktan oluşuyorsa **bileşik yaprak** (Resim 2.18b) olarak adlandırılır.



Resim 2.18 (a) Basit ve (b) bileşik yaprak tiplerine örnekler

Bunu biliyor musunuz?

Birçok bitkinin kök, gövde ve yaprakları; gıda, sanayi, eczacılık gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, eczacılıkta yaygın olarak kullanılan meyan [Glycyrrihiza glabra, (Glikiriza glabra)] bitkisinin kökü, tatlı yapımında tatlandırıcı olarak ya da demlenip şerbet olarak tüketilmektedir.

http://www.e-kutuphane.teb.org.tr
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

Bunu biliyor musunuz?

Kuru soğanın besin olarak tükettiğimiz bölgeleri yapraklarıdır. Ayrıca kuru yaprakları da tekstilde boya yapımında kullanılmaktadır.

Graham, L.E., Graham, J.M. and Wilcox, L.W. (2003). Plant Biology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.



Araştırınız

Kök, gövde ve yaprakları kullanılan bitkileri ve bunların hangi amaçla kullanıldıklarını araştırınız.

Bunu biliyor musunuz?

- *Sığla (günlük) ağacı, endemik ağaç türü olup Türkiye'de Muğla ve çevresinde doğal olarak yetişmektedir. Gövdesinden elde edilen sığla yağı, ilaç ve kozmetik ürün üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca Eski Mısır Uygarlığı'nda firavunların sığla yağıyla mumyalandığı bilinmektedir.*
- *Salep, ülkemizde 10 değişik cinse ait 80 farklı orkide türünün köklerindeki yumrulardan elde edilmektedir. Bu orkide türleri, aşırı toplama sonucu sayıları azaldığı için koruma altına alınmıştır.*

www.muglakulturturizm.gov.tr
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)



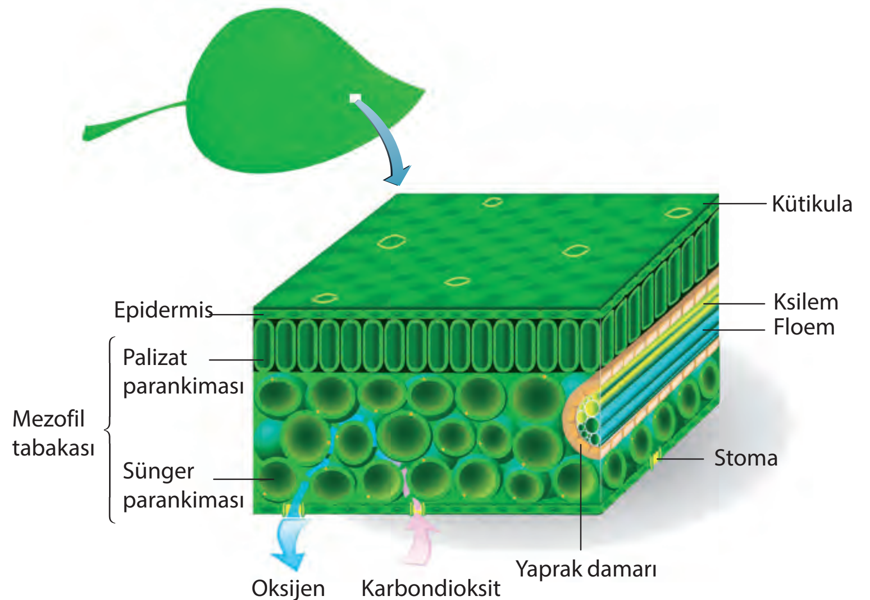
Araştırınız

Aşırı tüketiminin doğal dengeyi etkilediği bitkileri ve bu bitkilerin hangi kısımlarının ne amaçla kullanıldığını araştırınız.

Yaprağın üst ve alt yüzeylerinde epidermis dokusu bulunur. Epidermis hücrelerinin kloroplastları yoktur. Bu nedenle mikroskopta yaprağın enine kesiti incelendiğinde bu hücreler şeffaf görünür (Şekil 2.7). Epidermis hücreleri, yaprakta su kaybını engelleyen kütikula tabakasını oluşturur. Kütikula tabakasının kalınlığı, bitkilerin yaşadıkları ortama göre farklılık gösterebilir. Kurak ortamlarda yaşayan bitkilerde yapraktaki kütikula tabakası kalın, nemli ortam bitkilerinde ise incedir. Kütikula tabakası şeffaf olduğu için ışığın geçmesini engellemez.

Hücrelerinin arasında boşluk bulunmayan epidermis ve kütikula tabakası, yaprağın iç kısmında bulunan parankima hücrelerine gaz iletimini engeller. İç kısımdaki hücrelerin dış ortamla gaz alışverişi yapmaları, epidermis hücreleri arasında bulunan **stoma** hücreleri tarafından gerçekleştirilir.

Üst ve alt epidermis tabakalarının arasında kalan bölüme **mezofil tabakası** adı verilir. Mezofil tabakasında fotosentez yapan parankima hücreleri ve damarlar bulunur. Mezofil tabakasında bulunan parankima dokusu, iki farklı hücre çeşidi bulundurur: Bunlar, palizat parankiması ve sünger parankimasıdır. Yaprağın üst kısmında epidermise dik olarak yerleşmiş, hücreler arası boşlukları fazla olmayan bol miktarda kloroplast taşıyan parankima doku çeşidine **palizat parankiması** adı verilir. Yaprağın alt kısmında bulunan düzensiz dizilmiş, hücreler arası boşlukları daha fazla olan parankima hücrelerine ise **sünger parankiması** denir. Mezofil tabakasında ayrıca iletim demetlerinin devamı olan yaprak damarları bulunur (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 Yaprağın enine kesiti

1. ETKİNLİK: YAPRAĞIN YAPISI



Amaç: Yaprağın enine kesitinin ve stomaların incelenmesi

Araç Gereç: sardunya [*Pelargonium,* (Pelargonyum)] bitkisinin yaprağı, lam, lamel, damlalık, saf su, bistüri, ışık mikroskobu





Uygulama

I. Aşama

1. Bir parça sardunya yaprağını rulo yaparak bu yapraktan bistüri yardımıyla enine kesit alınız (a1).

2. Aldığınız kesiti lam üzerine yerleştiriniz. Kesitin üzerine bir damla su damlattıktan sonra lamel kapatıp preparatı mikroskopta inceleyiniz.

☞ *Kesit almakta zorlanırsanız yaprağı, iki köpük (strafor) parçasının arasına koyup sıkıştırarak yapraktan daha kolay bir şekilde ince kesitler alabilirsiniz (a2).*



(a1)



(a2)

3. Yaprağın enine kesitini mikroskopta gördüğünüz şekliyle defterinize çiziniz.

II. Aşama

1. Bir parça sardunya yaprağını alt yüzeyi üstte olacak şekilde parmağınıza sararak yapraktan bistüri yardımıyla yüzeysel kesit alınız (b1).

2. Aldığınız kesiti lam üzerine yerleştiriniz. Kesitin üzerine bir damla su damlattıktan sonra lamel kapatıp preparatı mikroskopta inceleyiniz.



(b1)



(b2)

☞ *Kesit almakta zorlanırsanız yaprağı kaydırarak yırtıp zarı çıkartabilirsiniz. Zarı yapraktan ayırmadan önce su damlattığınız lam üzerine koyup sonra yapraktan ayırırsanız zarın katlanmasını önlemiş olursunuz (b2).*

3. Mikroskopta gördüğünüz stoma hücrelerini defterinize çiziniz.

4. Preparatınız üzerine 1-2 damla saf su damlattıktan sonra tekrar mikroskopta inceleyiniz.

Sonuç

1. Çizimleriniz üzerinde doku ve hücreleri adlandırınız, bu doku ve hücrelerin görevlerini yazınız.

2. Saf su damlattıktan sonra stomaların görüntüsünde meydana gelen değişikliğin sebebini tartışınız.

2. ETKİNLİK: BİTKİLERDE DESTEK DOKU ELEMANLARI



Amaç: Bitkide köşe kollenkiması ve taş hücrelerinin incelenmesi

Araç Gereç: begonya [*Begonia,* (Begonya)] yaprağının sapı, fındık kabuğu, lam, lamel, damlalık, bistüri, ışık mikroskobu





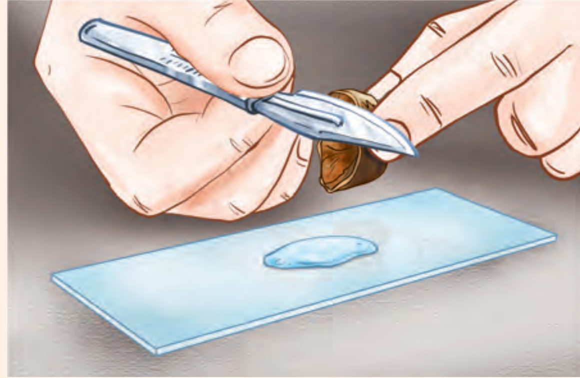
Uygulama

I. Aşama

1. Begonya yaprağının sapından bistüri yardımıyla enine bir kesit alınız.
2. Lam üzerine bir damla su damlatarak aldığınız kesiti yerleştiriniz. Kesitin üzerine lamel kapatıp preparatı mikroskopta inceleyiniz.

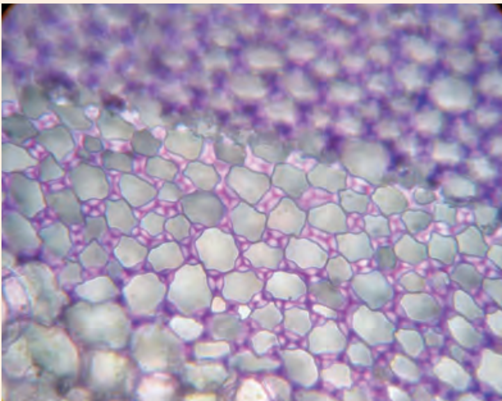
II. Aşama

1. Lamın üzerine bir damla su koyunuz. Fındık kabuğunu, damlattığınız suyun üzerine bistüri yardımıyla kazıyarak preparatınızı hazırlayınız.
2. Lamınızın üzerine lamel kapatıp preparatı mikroskopta inceleyiniz.

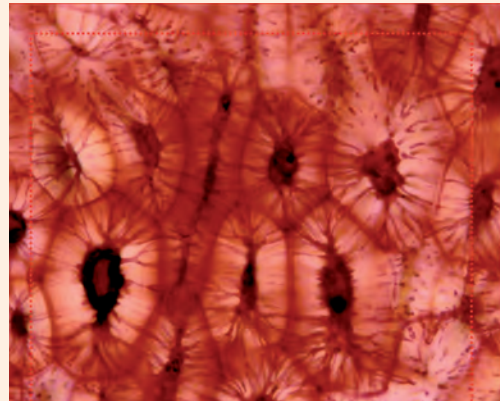


Sonuç

1. Birinci ve ikinci aşamada mikroskopta gördüğünüz yapıları defterinize çiziniz.
2. Çizimlerinizi aşağıdaki mikroskop görüntüleriyle karşılaştırınız.



Köşe kollenkiması



Taş hücreleri

1.3. BİTKİSEL HORMONLAR

Hormonların, üretildiği dokudan farklı bir dokuyu etkileyen özel kimyasal uyarıcılar olduğunu 11. sınıfta insan fizyolojisi ünitesinde öğrenmiştiniz. Hayvansal organizmalar gibi bitkisel organizmalar da büyüme ve gelişmeleri sırasında hormonal aktivite gösterir. Hayvanlarda salgılanan hormonlar, çoğunlukla bir veya birkaç etki gösterirken bitkisel hormonlar bitki üzerinde çok sayıda etki gösterebilir. Bu hormonların aralarındaki derişim farklılıkları da bitki gelişiminde farklı etkilere sahiptir. Tarımsal uygulamalarda hormonların bitkiler üzerindeki etkilerinden faydalanılarak çalışmalar yapılmaktadır.

Bu bölümde bitkilerde bulunan hormonlardan giberellin, oksin, sitokinin, etilen ve absisik asit hormonlarının işlevleri detaylı olarak anlatılacaktır.

1.3.1. GİBERELLİN HORMONU

Uzak Doğu'da yoğunlukla yetiştirilen çeltik bitkisinin (Resim 2.19) üreticilerinin en önemli sorunlarından biri, zaman zaman bitkilere bulaşan *Gibberella* (Giberella) cinsi bir mantarın neden olduğu, bitkide aşırı boy uzaması şeklinde görülen hastalıktır. Bu hastalıkta su ve bataklık içinde yaşayan çeltik, boyunun aşırı uzaması nedeniyle bükülmeye başlar ve suya temas eden başaklardan ürün almak zorlaşır. Bu hastalığın sebebi, 1926 yılında Eiichi Kurosawa (Eiçhi Kürosava, 1894-1953) adlı Japon bilim insanı tarafından açıklanmıştır. Kurosawa, araştırmaları sonucunda mantarın kimyasal bir madde ürettiğini ve bu maddenin bitkinin gövdesinde aşırı uzamaya neden olduğunu belirlemiştir. Bulduğu bu maddeyi giberellin olarak isimlendirmiştir.



Resim 2.19 Çeltik tarlası

Giberellin üzerinde yapılan çalışmalarda bu maddenin, bitki tarafından da bir miktar üretildiği belirlenmiştir. Hatta bodur olan bitki türlerinde az üretilen bu maddenin, uzun boylu bitkilerde daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Resim 2.20). Cüce bitkilere giberellin verildiğinde bitkinin normal boyuta ulaştığı gözlemlenmiştir.



(a)



(b)

Resim 2.20 (a) Giberellin eksikliği olan cüce muz ağaçları, (b) Normal muz ağaçları

Giberellin hormonunun gövde uzamasında etkili olması, tarımsal uygulamalarda kullanılır. Örneğin; buğday, çeltik gibi tahıl ürünlerinin boylarının kısa kalması ve tane üretimi zamanında bitkinin yatmaması için üreticiler giberellin hormonu üretimini baskılayan kimyasallar kullanırlar. Giberellin hormonu, bitkide gövde uzaması dışında farklı etkilerde de bulunabilir. Örneğin; meyvelerin büyümesi, tohumun çimlenmesi gibi olaylar giberellin hormonunun etkisi ile gerçekleşir.


Araştırınız

Bitkisel hormonlar insan sağlığına zararlı mıdır? Araştırınız.

Çekirdeksiz üzüm üreticileri, giberellin hormonunu, üretimlerinde kullanırlar. Çünkü çekirdekli üzümlerde çekirdeğin varlığının giberellin hormonunun artmasını sağladığı ve üzüm tanelerinin daha iri olduğu tespit edilmiştir. Bunun üzerine çekirdeksiz üzümlere de giberellin içeren kimyasallarla takviye yapıldığında üzümlerin sap uzunluğunun arttığı ve tanelerinin büyüdüğü gözlemlenmiştir (Resim 2.21).

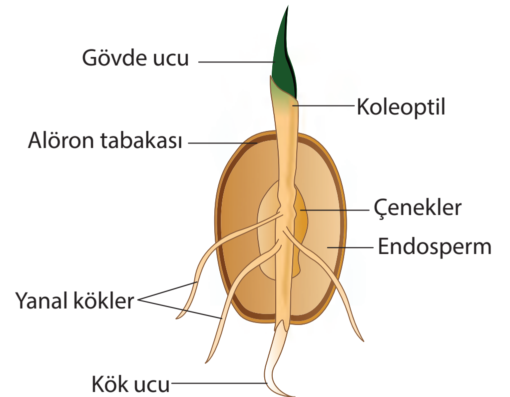

Resim 2.21 Solda giberellin uygulanmış, sağda giberellin uygulanmamış üzümler

Tohumlar, su alıp çimlenmeye başladığı zaman giberellin hormonu salgılar. Giberellin, *alöron tabakası* adı verilen tohumun embriyoyu çevreleyen dokusuna geçer ve alöron tabakasından sindirim enzimlerinin salgılanmasını uyarır (Şekil 2.8). Sindirim enzimlerinin etkisiyle tohumda depolanan besin sindirilir ve embriyo bu besinleri kullanarak çimlenir.

1.3.2. OKSİN HORMONU

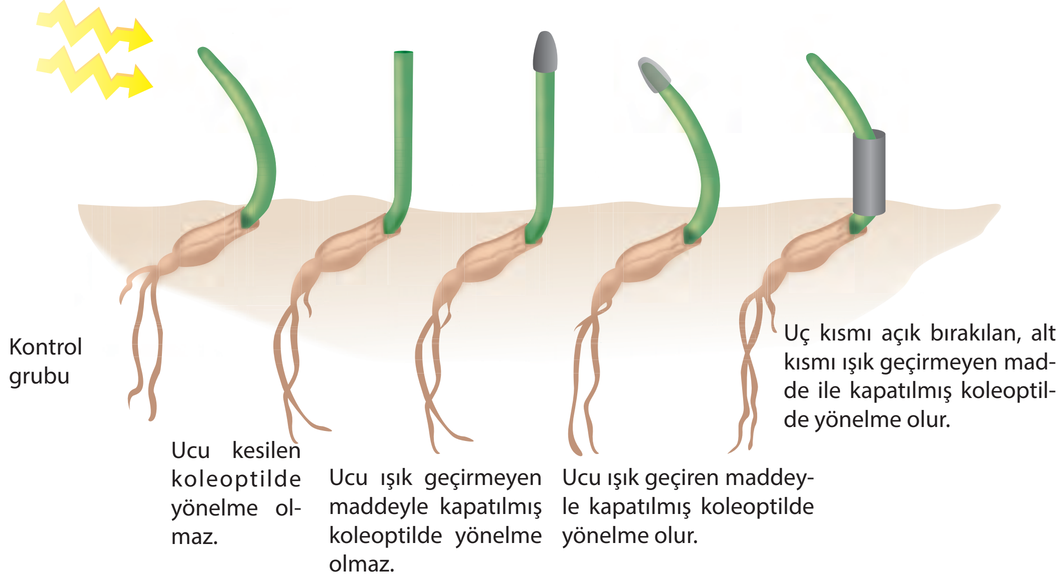
1880 yılında Charles Darwin (Çarls Darvin, 1809-1882) ve oğlu Francis Darwin (Firensis Darvin, 1848-1925) bitkilerde ışığa yönelim hareketleri (fototropizma) üzerinde yaptıkları çalışmalarda oksin hormonunu keşfetmişlerdir.

Darwin, çalışmalarında kanarya otu bitkisini kullanmıştır. Tohum, toprağa ekildikten sonra çimlenmeye başladığında gövde ucu toprak üstüne doğru ilerlerken **koleoptil** adı verilen silindir şeklindeki hücreler tarafından korunur. Bitki, toprak üstüne çıktıktan sonra koleoptilin büyümesi durur ve bitki büyümeye devam eder (Şekil 2.8).



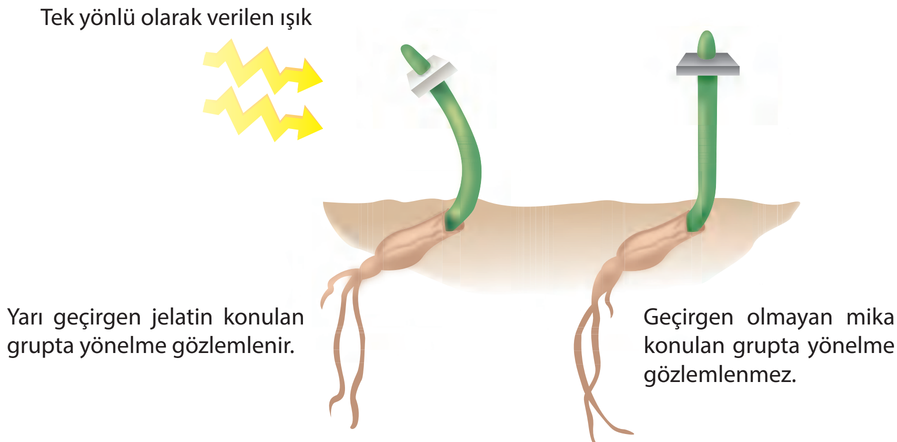
Şekil 2.8. Çimlenmekte olan bitkinin kısımları ve büyüme bölgesini koruyan koleoptil yapısı

Darwin, koleoptil bölgesi üzerine yaptığı deneylerde bitkiyi tek yönlü olarak ışıklandırdığında bitkinin ışığa doğru yöneldiğini, koleoptilin üstünü ışık geçirmeyen bir madde ile kapattığında ise bitkinin ışığa doğru yönelmediğini gözlemlemiştir (Şekil 2.9). Böylece ışığın algılanmasında etkili bölgenin koleoptil olduğu bilgisine ulaşmıştır.



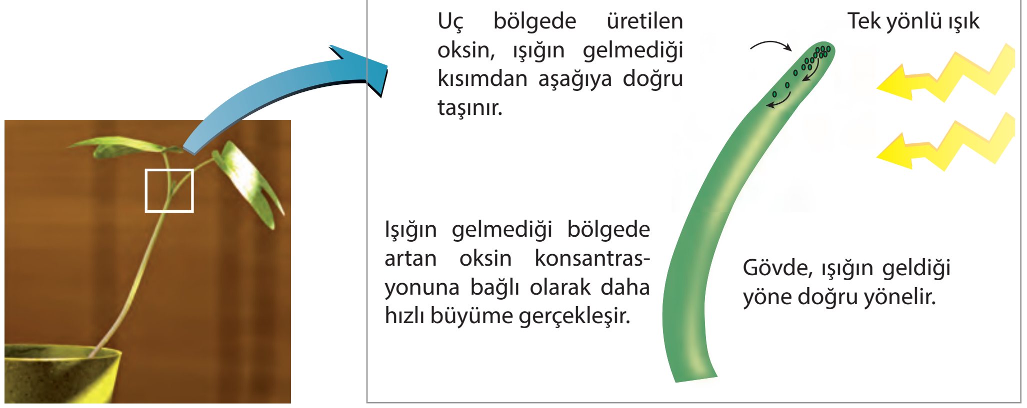
Şekil 2.9 Darwin'in koleoptil bölgesinin ışığı algılamasıyla ilgili deneyi

Işığın algılanması uç bölgede gerçekleşmesine rağmen, yönelme için gerekli asimetrik büyüme uç bölgenin biraz daha altında gerçekleşmektedir. Darwin bu konuda şöyle bir hipotez öne sürmüştür: "Işığın algılanması uç bölgede gerçekleşir; uç bölgede üretilen bir sinyal, koleoptilin alt kısımlarını uyarır." Bu uyarıcının çeşidi, yaklaşık 30 yıl sonra Peter Boysen-Jensen (Pitır Boysın Censın, 1883- 1959), tarafından belirlenmiştir. Araştırmacı, koleoptili kestikten sonra bir grup bitkide araya oksinin difüzyonuna izin veren jelatin koyarken diğer grupta oksin geçirmeyen mika koymuştur. Jelatin konan grupta ışığa yönelme gözlemlenirken mika olan grupta gözlenmemiştir. Bu deney sonucunda uyarının elektriksel olmadığını, jelatinden difüzyon ile geçen kimyasal bir madde olduğunu tespit etmiştir (Şekil 2.10).



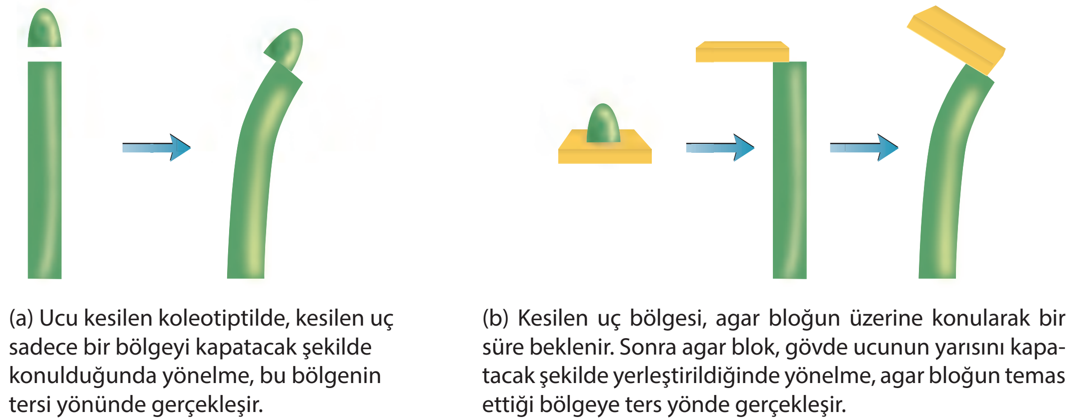
Şekil 2.10 Boysen ve Jensen'ın ışığa yönelim ile ilgili deneyleri

Işık; koleoptile tek yönlü olarak geldiği zaman oksin, uç bölgesinde ışığın olmadığı tarafa doğru taşınır. Uç bölgesinde biriken oksin, bu taraftan aşağıya doğru iletilir. Böylece ışığın olmadığı tarafta oksin derişimi artacağından büyüme daha fazla olur ve ışığa doğru yönelme gerçekleşir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Bitkilerde uç bölgede ışığın gelmediği kısımda toplanan oksin nedeniyle büyüme daha fazla olduğundan ışığın geldiği yöne doğru eğilim görülür.

1920 yılında Hollandalı botanikçi Frits Went (Frit Vent, 1903-1990) Darwin'in çalışmalarını bir adım daha ilerletmiştir. Hazırladığı düzenekte koleoptilleri keserek bitki gövdesi üzerine sadece belirli bir bölgeyi kapatacak şekilde yerleştirmiştir. Karanlık ortamda gerçekleştirilen bu deneyde yönelme, kapalı olan uç bölgenin tersi yönünde gerçekleşmiştir (Şekil 2.12a). İkinci bir düzenekte kesilen koleoptiller önce agar blok üzerine konulmuş, agar bloğun oksini emmesi sağlanmıştır. Daha sonra agar blok, kesik ucun yarısını kapatacak şekilde bitki gövdesi üzerine yerleştirilmiştir. Bu durumda agarın bulunduğu kısımda bölünmeler hızlanmış ve büyüme, agarın olduğu bölgenin tersi yönünde gerçekleşmiştir. Bu araştırma sonucunda agar bloktan izole edilen kimyasal maddeye ise Latince artırmak anlamına gelen **oksin** adı verilmiştir (Şekil 2.12b).



(a) Ucu kesilen koleotiptilde, kesilen uç sadece bir bölgeyi kapatacak şekilde konulduğunda yönelme, bu bölgenin tersi yönünde gerçekleşir.

(b) Kesilen uç bölgesi, agar bloğun üzerine konularak bir süre beklenir. Sonra agar blok, gövde ucunun yarısını kapatacak şekilde yerleştirildiğinde yönelme, agar bloğun temas ettiği bölgeye ters yönde gerçekleşir.

Şekil 2.12 Frits Went'in oksin hormonunu (a) tespit ve (b) izole ettiği deney

Oksinin düzensiz dağılımı sadece ışık etkisiyle gerçekleşmez. Yer çekimi de oksinin düzensiz dağılmasına dolayısıyla yönelmeye neden olur. Gövdede yer çekiminin tersi yönünde, kökte yer çekimi yönünde gerçekleşen yönelme hareketlerinde oksin hormonunun düzensiz dağılımı etkilidir.

Oksin hormonu; yönelme hareketleri dışında apikal dominansinin sağlanmasında, meyve gelişiminde, kök oluşumunda ve kökün büyümesinde etkili bir hormondur. Ayrıca bir bitkiden alınan sürgün çeliğinin köklenerek eşeysiz üreme ile yeni bir bitki oluşturmasında da oksin hormonu etkilidir. Oksin etkisiyle çeliğin uç kısmındaki bazı özelleşmemiş hücreler, kök meristemine dönüşür ve köklerin oluşmasını sağlar. Ticari amaçla köklendirici olarak hazırlanan ürünlerde oksin hormonu kullanılmaktadır.

Oksinin bir diğer görevi de yaprak dökümünün zamanından önce gerçekleşmesinin engellenmesidir. Genç yapraklardan üretilen oksin, yaprak sapının gövdeye bağlı olarak kalmasını sağlar. Yaprağın yaşlanmasına bağlı olarak oksin üretimi azalır ve yaprak dökümü gerçekleşir.

Bitkinin gövde ucu doğrultusunda büyüyerek yanal büyümenin engellenmesi olayına apikal dominansi adı verildiği "Gövde" konusunda anlatılmıştı. Oksin hormonu, daha çok bitkinin sürgün ucundan üretildiği için gövde ucuna yakın bölgelerde yan dal oluşumu görülmez. Bitkinin alt kısımlarına gidildikçe bu bölgelere daha az oksin iletildiğinden yan dal oluşumu daha fazla görülür. Bu etki özellikle çam, köknar, ladin gibi iğne yapraklı ağaçlarda iyi gözlemlenir.



Meyve, daha sonraki konularda anlatılacağı gibi yumurta döllendikten sonra tohum taslağının gelişmesiyle oluşur. Fakat muz, çekirdeksiz üzüm gibi tohum oluşturma yeteneğini kaybetmiş bitkilerde oksin ve giberellin hormonları döllenme olmaksızın meyve oluşumunu sağlar. Oksin hormonunun bu etkisi de üreticiler tarafından kullanılmaktadır.

1.3.3. SİTOKİNİN HORMONU

Genellikle kök bölgesinden sentezlenen sitokinin hormonu, ksilem ile bitkinin diğer organlarına taşınır. Hücre bölünmesini (sitokinez) uyaran bir hormon olduğu için sitokinin ismini alır. Sitokinin hormonu, etkisini çoğunlukla oksin hormonu ile birlikte gösterir. Ayrıca gövdedeki aksiler tomurcuklardan yan dal oluşumunu sağlayarak bitkilere çalı görünümü kazandırır. Sitokin hormonunun diğer bir etkisi de yaprak dökümünü geciktirmesidir.

Büyüme ortamına uygun miktarda oksin ve sitokinin hormonu konulduğunda bitki hücreleri hızlı bir şekilde bölünmeye başlar. Oksin hormonu büyüme ortamına fazla oranda, sitokinin hormonu ise az oranda konulduğunda bitkide kök gelişiminin fazla olduğu görülmüştür. Oksin az, sitokinin fazla konulduğunda ise sürgün sisteminin daha fazla, köklerin daha az geliştiği gözlemlenmiştir. Tarımsal üretimde gövde uzamasının sağlanması çalışmalarında sitokinin uygulaması yapılmaktadır.

1.3.4. ETİLEN HORMONU

Elektriğin keşfinden önce sokakların gaz lambaları ile aydınlatıldığı zamanlarda ağaçların gaz lambalarına yakın olan yapraklarının, uzak olanlara oranla daha erken döküldüğü görülmüştür. Sonraları yapılan çalışmalarda gaz lambasında yanma ürünü olan etilenin bu etkiye

sahip olduğu fark edilmiştir. Etilen, aynı zamanda bitki hücrelerinden gaz hâlinde üretilen bir hormon olup yaprak dökümünden sorumludur. Yaprak dökümünü engelleyen oksin ile arasındaki dengeye göre bitkinin yaprak döküm zamanı ayarlanır.

Etilen hormonunun bir diğer görevi de meyvelerin olgunlaşmasını sağlamaktır. Meyve hücreleri olgunlaştıkça kloroplastlarını kaybeder ve olgunlaşan hücrelerin hücre çeperleri parçalanır. Etilen; meyvenin olgunlaşmasına, daha sonra ise çürümesine neden olur (Resim 2.22).



Resim 2.22 Etilen, meyvenin olgunlaşmasına ve sonrasında çürümesine neden olur.

Etilen hormonu gaz hâlinde üretildiğinden bir bitkiden salındığında yakınındaki diğer bitkileri de etkileyebilir. Bu nedenle olgunlaşmamış elmaların bulunduğu poşete çürük bir elma konup ağzı kapatıldığında çürük elmadan salınan etilen hormonu diğer elmaları da etkileyecek, onların hızla olgunlaşmasına ve sonra da çürümesine neden olacaktır. İhracatı yapılacak meyveler ulaşım sürecinde uzun süre kalacağından tam olarak olgunlaşmadan toplanır ve kasalara yerleştirilir. Taşıma işlemi bittikten sonra üzerlerine etilen gazı püskürtülerek olgunlaşmaları sağlanır. İçinde, meyvelerin uzun süre bozulmadan saklanabileceği poşet vb. ürünler mevcuttur. Bu ürünlerin yapısında etilen hormonunu bağlayan maddeler bulunmaktadır (Resim 2.23).



Resim 2.23 Yapısında etilen hormonunu bağlayan maddeler bulunduran saklama kapları üretilmektedir.

1.3.5. ABSİSİK ASİT (ABA) HORMONU

Giberellin hormonunun tohumun çimlenmesinde etkili olduğu anlatılmıştı. Tohum gelişiminden sorumlu bir diğer hormon ise absisik asit (ABA) hormonudur. Absisik asit, tohumun çimlenmeden kalmasını, böylece tohum uykusunun (dormansi) devam etmesini sağlar ayrıca stomaların kapanmasında etkilidir.

1.4. BİTKİLERDE HAREKET

1.4.1. TROPİZMA HAREKETLERİ

Bitkilerde uyaranların yönüne bağlı olarak ortaya çıkan yönelme hareketlerine **tropizma hareketleri** denir. Hareket; uyarana doğru gerçekleşiyorsa **pozitif tropizma,** uyaranın tersi yönünde gerçekleşiyorsa **negatif tropizma** olarak adlandırılır. Tropizma hareketlerinin ortaya çıkmasında oksin hormonunun düzensiz dağılımı etkilidir.

a) **Fototropizma:** Bitkilerde ışığın yönüne bağlı olarak gerçekleşen yönelme hareketidir. Oksin hormonu konusunda anlatıldığı gibi gövde, oksin hormonundaki düzensiz dağılımdan dolayı ışığın geldiği yöne doğru büyür (Şekil 2.13a).

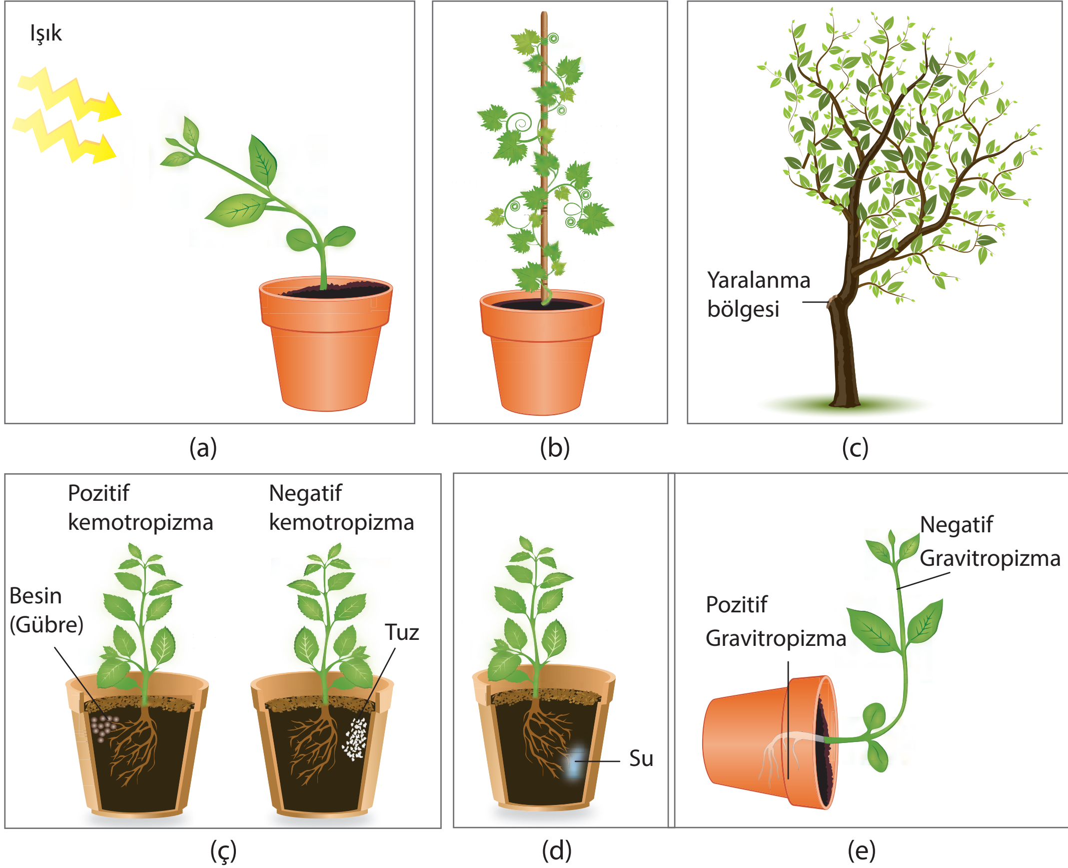
b) Haptotropizma (Tigmotropizma): Bitkilerde dokunmaya karşı oluşan yönelme hareketidir. Özellikle sarmaşık gibi bir desteğe sarılan bitkilerde görülür (Şekil 2.13b).

c) Travmatropizma: Bitki organlarında yaralanmaların veya engellerin neden olduğu tropizma şeklidir. Yaralanan veya engellenen bölgedeki hücrelerin bölünmeleri yavaşladığından ters tarafa doğru büyüme gerçekleşir (Şekil 2.13c).

ç) Kemotropizma: Hareketin sebebinin kimyasal maddeler olduğu hareket şeklidir. Örneğin, bitki kökleri kendisi için faydalı olabilecek inorganik besin maddelerinin bulunduğu yerlere doğru uzarken (pozitif kemotropizma) kendisine zarar verebilecek tuz, kireç gibi kimyasallardan uzaklaşır (negatif kemotropizma) (Şekil 2.13ç).

d) Hidrotropizma: Bitki köklerinin suya doğru gösterdiği yönelme hareketidir (Şekil 2.13d).

e) Gravitropizma (Geotropizma): Bitkilerde yer çekimine bağlı olarak ortaya çıkan yönelme hareketidir. Kökler, pozitif gravitropizma yaparak yer çekimi ile aynı yönde, gövde ise negatif gravitropizma yaparak yer çekimine zıt yönde büyür (Şekil 2.13e).

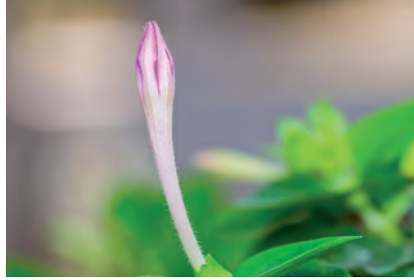


Şekil 2.13 Tropizma Hareketleri: (a) Fototropizma, (b) Haptotropizma, (c) Travmatropizma, (ç) Kemotropizma, (d) Hidrotroprizma, (e) Gravitropizma

1.4.2. NASTİ HAREKETLERİ

Nasti hareketleri; bitkilerde uyaranın yönüne bağlı olmayan, uyarı hangi yönden gelirse gelsin aynı şekilde tepki verilen hareket çeşididir. Nasti hareketlerinin ortaya çıkmasında turgor basıncındaki değişmeler etkilidir.

a) Fotonasti: Işık şiddetine bağlı olarak bitkilerde görülen hareketlerdir. Örneğin, akşamsefası bitkisinin çiçekleri gündüz kapalıyken hava kararmaya başlayınca ışık şiddetinin azalmasına bağlı olarak açılır (Resim 2.24).



(a)



(b)

Resim 2.24 Akşamsefası bitkisinin çiçekleri; (a) gündüz kapanır, (b) gece açılır.

b) Termonasti: Sıcaklığın neden olduğu nasti hareketleridir. Daha çok çiçek organında görülen termonasti hareketleri, lale bitkisinde rahatlıkla gözlemlenebilir. Lale çiçekleri, yüksek sıcaklıkta açılırken düşük sıcaklıkta kapanır (Resim 2.25).



(a)



(b)

Resim 2.25 Lale çiçekleri; (a) yüksek sıcaklıkta açılır, (b) düşük sıcaklıkta kapanır.

Bunu biliyor musunuz?



Böcekkapan Venüs bitkisi [Dionaea muscipula, (Dionea muşipula)], üzerine konan böceği özel almaçları sayesinde hissettiği anda yapraklarını kapatarak yakalar ve böylece azot ihtiyacını karşılar. Böcek, yaprağa konduğunda 20 saniye içinde buradaki tüylerden en az iki tanesine dokunursa oluşan elektriksel ileti, hızla yapraklara ve özel kapatma hücrelerine yayılır; saniyenin onda biri gibi bir sürede de yapraklar kapanır.

Bilim ve Teknik, Mayıs 1996

c) Sismonasti: Bitkilerde temastan kaynaklanan nasti şeklidir. Küstüm otu adı verilen *Mimosa pudica* (Mimoza pudika) bitkisinin yapraklarına dokunulduğunda yapraklarını kapatması (Şekil 2.26) veya böcekçil bir bitkinin yapraklarına bir böcek konduğunda yapraklarını kapatıp böceği yakalaması sismonasti örnekleridir.



Dokunmadan önce



Dokunduktan sonra

Resim 2.26 Küstüm otunda sismonasti

1.4.3. BİTKİLERDE FOTOPERİYODİZM

Fotoperiyodizm, canlıların gün uzunluğuna bağlı olarak gösterdikleri biyolojik tepkidir. Tavuk çiftliklerinde yumurta üretimini artırmak için gece belli saatlerde aydınlatma sistemi açılır ve tavuklar güneşin doğduğunu zannederek yumurtlar. Gündüz belli saatlerde ise aydınlatma sistemi kapatılır. Bu şekilde tavuklardan daha fazla yumurta alınır. Peki, bitkilerde böyle bir durum söz konusu mudur? Bitkilerin metabolizmasında, gün ışığına bağlı olarak değişiklikler olur mu?

1920 yılında ABD'de W. W. Garner (Garnır, 1875-1956) ve H. A. Allard (Elırd, 1880-1963) isimli araştırmacılar; tütün bitkilerinde yaptıkları çalışmalar ile çiçeklenme, meyve oluşturma, yaprak dökme, büyüme gibi olayların gerçekleşmesinde gün uzunluğu ve ışık alma sürelerinin etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Bitkiler, bu fotoperiyod durumlarına göre üç grupta incelenir:

Kısa gün bitkileri: Bu bitkiler, gün uzunluğunun belli bir süreyi geçmediği zamanlarda çiçeklenir. Ülkemizde kış aylarında çiçek açan bitkiler bu gruba girer. Atatürk çiçeği, aynısafa, sütleğen, kasımpatı gibi bitkiler kısa gün bitkilerine örnek olarak verilebilir (Resim 2.27a).

Uzun gün bitkileri: Gün uzunluğunun belli bir sürenin üstünde olduğu zamanlarda çiçeklenen bitkilerdir. Yazın çiçek açan bitkiler bu gruba girer. Yonca, buğday, ıspanak gibi bitkiler bu gruptandır (Resim 2.27b).

Nötr gün bitkileri: Bu bitkiler gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilerdir. Çiçeklenmelerinde gün ışığının süresi değil sıcaklık, nem oranı gibi faktörler daha fazla etkilidir. Çeltik, pamuk, ayçiçeği gibi bitkiler bu bitkilere örnek olarak verilebilir (Resim 2.27c).



(a)
Atatürk çiçeği



(b)
Yonca



(c)
Pamuk

Resim 2.27 (a) Kısa gün, (b) uzun gün, (c) nötr gün bitkilerine örnekler

Yapılan araştırmalarda, bitkilerde fotoperiyodizm üzerinde, aslında gün uzunluğunun değil gece uzunluğunun etkili olduğu fark edilmiştir. K. Hamner (Hemnır, 1908-1989) ve J. Bonner (Bonır, 1910-1996), kısa gün bitkileri üzerinde yaptıkları çalışmalarda bitkileri iki gruba ayırmışlardır.

Bunu biliyor musunuz?

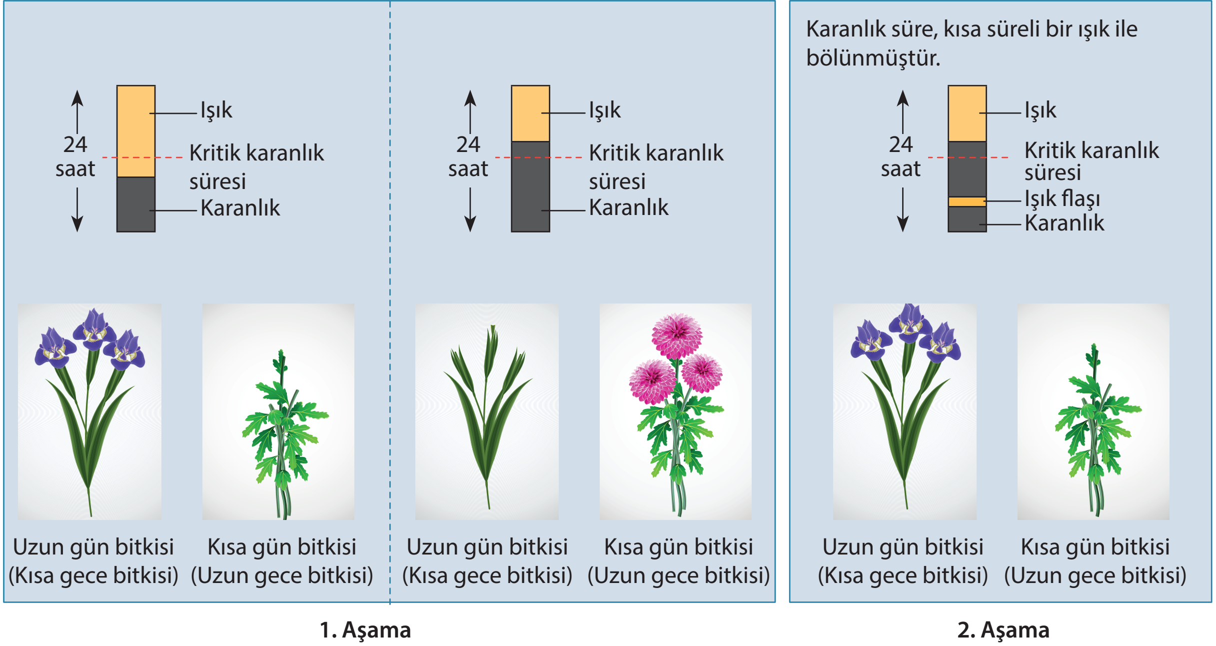


Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizin biyolojik zenginlikleri arasında yer alan kum zambağı [Pancratium maritimum, (Pankratium maritimum)] daha çok deniz kenarlarındaki kumsallarda görülen, nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan ve koruma altına alınan bir türdür. İlgi çekici bir tür olan, geceleri çiçeklerinden güzel koku yayan kum zambaklarının sayısı ne yazık ki sahillerimizdeki kirlilik, kontrolsüz yapılaşma, küresel ısınma gibi etkilerle gitgide azalmaktadır. Birçok sahil kasabasında kum zambaklarını koruma çalışmaları yürütülmekte, bu konuda farkındalığı artırabilmek için festivaller düzenlenmektedir.

www. csb.gov.tr
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

Birinci grup bitki, belirlenen "kritik sürenin" üstünde gün ışığında tutulmak şartıyla farklı sürelerde karanlıkta bırakılmıştır. İkinci grup bitki ise kritik süreyi aşan bir süre karanlık ortamda bekletilip gün uzunluğu değiştirilmiştir. Bitkiler incelendiğinde gün uzunluğuna bağlı olmaksızın gece uzunluğunun belli bir periyodu geçtiği ortamlardaki bitkilerin çiçeklendiği gözlemlenmiştir. Bir başka deyişle, kısa gün bitkilerinin çiçeklenmesi için gün uzunluğu değil gece uzunluğunun belirleyici olduğu görülmüştür.

Başka bir araştırmada hem kısa hem uzun gün bitkileri ile çalışılmıştır. Birinci aşamada bitkilerin kısa veya uzun gün bitkileri olma durumları belirlenmiştir. İkinci aşamada bitkiler, belirli bir sürenin altında gün ışığında tutulmuş ve sonrasında uzun süre karanlık ortamda bekletilmiş fakat karanlık periyot kısa bir süre ışık ile bölünmüştür. Bu durumda kısa gün bitkisi, istediği kısa gün ortamı sağlanmasına rağmen çiçeklenmemiştir. Bunun nedeni bitkinin ihtiyaç duyduğu uzun, kesintisiz bir karanlık sürenin gerçekleşmemesidir. Uzun gün bitkisi ise kısa bir aydınlık periyot ve uzun bir karanlık periyot geçirmesine rağmen, karanlık periyot kesintiye uğradığından çiçek açmıştır. Böylece aslında kısa gün bitkilerinin "uzun gece bitkileri", uzun gün bitkilerinin ise "kısa gece bitkileri" olduğu görülmüştür (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Kısa ve uzun gece bitkilerinin çiçeklenmesini etkileyen asıl faktörün "karanlık evre" olduğunu gösteren araştırma

- **Kısa gün (uzun gece) bitkileri, gece uzunluğu "kritik karanlık süreyi aştığında" çiçeklenir. Karanlık sürenin ışıkla kesintiye uğratılması, çiçeklenmeyi önler (Bu bitkilerin çiçeklenmesi için kesintiye uğramamış uzun bir karanlık evreye ihtiyaç vardır.).**
- **Uzun gün (kısa gece) bitkileri ise gece uzunluğu "kritik karanlık süreden daha kısa olduğunda" çiçeklenir. Gece uzunluğunun kritik karanlık süreyi aştığı durumlarda, karanlık süre ışıkla kesintiye uğratılırsa (aydınlık süre, çiçeklenme için gerekli olan sürenin altında olmasına rağmen) bu bitkiler çiçek açar.**

OKUMA METNİ

BİTKİLER ÇİÇEKLENME ZAMANLARINI NASIL BİLİYOR?



Başarılı bir şekilde çoğalabilen bir bitkinin çiçeklenme zamanının belirlenmesinde çiçeğin biyolojik saati, gün uzunluğu ve bir dizi moleküler olay görev yapıyor. Genetik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan hardalgiller ailesinden küçük bir bitki olan *Arabidopsis* (Arabidopsis), bu konuda yapılan bir çalışmada model bitki olarak kullanılmıştır. Washington (Vaşingtın) Üniversitesinden biyoloji profesörü Takato Imaizumi (Takato İmayzumi), eğer çiçeklenme zamanının mekanizması bilinirse ve düzenlenebilirse bunu hızlandırarak ya da geciktirerek alınacak mahsulün miktarının artırılabileceğini belirtiyor. Böylece bunun daha fazla gıda ve biyoyakıt üretimi için bir fırsat olacağını vurguluyor. Çiçekli bitkiler, yılın belli bir zamanında yapraklarında çiçeklenmeyi uyaran FT denilen özel bir protein üretiyor. Bu protein, yapraklardan henüz farklılaşmamış hücrelerin bulunduğu sürgün uca giderek çiçeklenmeyi uyarıyor. Gün uzunluğundaki değişiklikler pek çok organizmaya mevsimsel değişiklikler konusunda bilgi veriyor. Bitkiler de biyolojik saatleri sayesinde gün uzunluğundaki değişiklikleri algılıyor. Biyolojik saat; insanlarda, hayvanlarda, böceklerde, bitkilerde ve diğer organizmalarda biyolojik süreçleri 24 saatlik periyotlara uyumlu hâle getiriyor. Imaizumi ve arkadaşları, çalışmalarında bitkilerin mevsimsel değişiklikleri algılama ve çiçeklenme mekanizmasında önemli bir role sahip olan ve güneş ışığıyla etkin hâle gelen FKF1 proteinini araştırıyor. FKF1 proteini, her gün öğleden sonra sentezleniyor ve etkinleşmesi biyolojik saat tarafından düzenleniyor. Kısa günlerde sentezlendiğinde öğleden sonraki gün ışığının yeterli olmaması nedeniyle etkin hâle geçemiyor. Daha uzun günlerde üretildiğinde ise bu protein, ışığı kullanarak "çiçeklenme proteini" olan FT proteininin de dâhil olduğu çiçeklenme mekanizmasını etkinleştiriyor. Böylece bitkiler, biyolojik saat sayesinde gün uzunluğundaki değişiklikleri algılıyor. Bu mekanizma; bitkinin çoğalması için uygun olmayan, günlerin kısa, gecelerin uzun olduğu kış aylarında çiçeklenmeyi önlüyor. Çalışmada *Arabidopsis* bitkisinin çiçeklenmesiyle ilgili tahminler, Edinburgh (Edinbıra) Üniversitesinden biyoloji profesörü Andrew Millar'ın (Andriv Miler) geliştirdiği matematiksel modelleme ile gerçekleştiriliyor. Bu matematiksel model, bitkilerin gün uzunluğunu algılama prensiplerinin anlaşılmasına da yardımcı oluyor. Bu prensiplerin diğer bitkilerde örneğin, çeltikte de geçerli olduğunu düşünen araştırmacılar, bu bulgular ışığında bitkilerinin gün uzunluğuna gösterdiği tepki bilinirse daha iyi mahsul elde edilebileceği kanısındalar.

Özlem Ak İkinci

Bilim ve Teknik, Haziran 2012

(Kısaltılmıştır.)

1. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "bitkilerin yapısı, büyüme ve hareket" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. apikal dominansi	2. kütikula	3. sklerenkima lifleri	4. nasti
5. travmatropizma	6. trakeid	7. trake	8. koleoptil
9. taş hücreleri	10. periderm	11. korteks	12. gravitropizma
13. epidermis	14. periskl	15. meristem doku	16. endodermis

a) Bitkilerde ksilemi oluşturan hücrelerden çapı geniş olanlara .... , dar olanlara .... adı verilir.

b) Bitkilerde büyüme; .... adı verilen, bölünme yeteneği olan dokularla sağlanır.

c) Tohum, toprağa ekildikten sonra çimlenmeye başladığında gövde ucu toprak üstüne doğru ilerlerken .... adı verilen silindir şeklindeki hücreler tarafından korunur.

ç) Bitkilerde yer çekimine bağlı olarak ortaya çıkan yönelme hareketine .... adı verilir.

d) Gövdenin uç kısmında bulunan tepe tomurcuğu aktif olarak gövdeyi uzattığı sürece, yanal tomurcuklar çoğunlukla uyku hâlindedir. Bu duruma .... adı verilir.

e) Bitkilerde iki tip sklerenkima hücresi vardır: İplikler şeklinde oluşan .... ve ....

f) Gövde ve yapraklardaki epidermis hücreleri, mumsu bir madde salgılayarak bitkide terleme ile kaybedilen su miktarını azaltan .... tabakasını oluşturur.

g) .... : Bitkilerde uyaranın yönüne bağlı olmayan, turgor basıncındaki değişmelerin etkisiyle ortaya çıkan hareketlerin genel adıdır.

ğ) Ağacın dış kısmında yer alan mantar doku, mantar kambiyumu ile birlikte .... adı verilen tabakayı oluşturur.

h) Merkezî silindirde yanal köklerin ve lateral meristemin oluşmasında, topraktan alınan iyonların odun borularına taşınmasında görevli yapıya .... adı verilir.

2. Kısa ve uzun gün bitkisi kavramlarını açıklayınız.

....

....

3. Monokotil ve dikotil bitkilerin kök ve gövde yapıları arasındaki farkları açıklayınız.

....

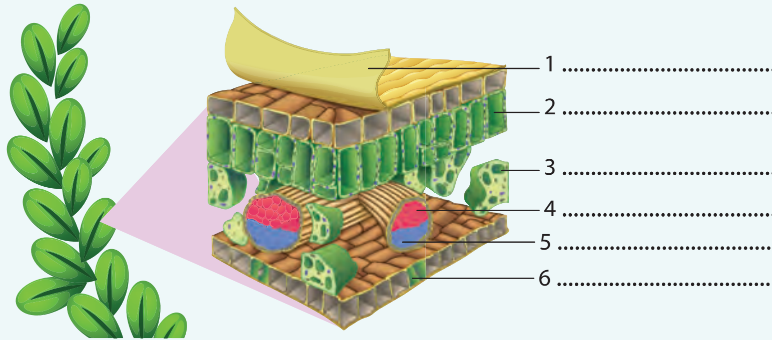
....

4. Aşağıdaki tabloda verilen bitkisel hormonlarla görevlerini eşleştiriniz.

Hormon	Görevi
1 Sitokinin	a) Bitkilerde yaprak dökümünden ve meyvenin olgunlaşmasından sorumludur.
2 Giberellin	b) Tohumun çimlenmeden kalmasını, böylece tohum uykusunun (dormansi) devam etmesini sağlar, ayrıca stomaların kapanmasında etkilidir.
3 Oksin	c) Tohumun çimlenmesini sağlar.
4 Etilen	ç) Gövde ucunda üretilerek bitkinin boyuna uzamasını sağlar.
5 Absisik Asit (ABA)	d) Kök ve gövdedeki parankima dokusunda hücre bölünmesini uyararak lateral meristem oluşmasını sağlar.

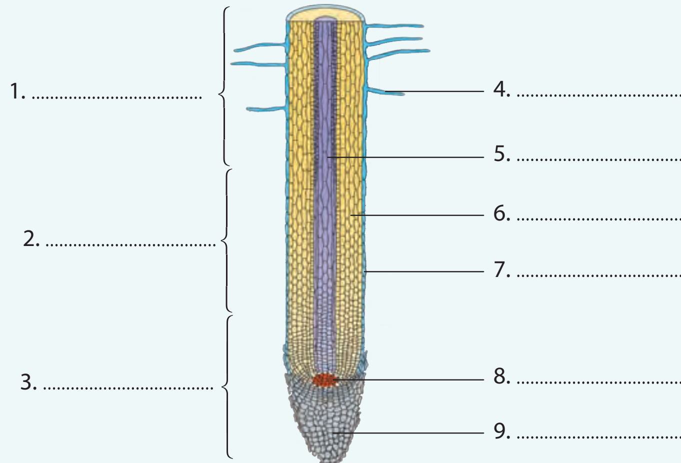
5. Aşağıda yaprağın enine kesitini gösteren bir şekil verilmiştir. Şekil üzerinde numaralandırılmış bölümleri, verilen kavramları kullanarak tamamlayınız.

floem, kütikula, palizat parankiması, ksilem, stoma, sünger parankiması



6. Aşağıda, kökün boyuna kesitini gösteren bir şekil verilmiştir. Şekil üzerinde numaralandırılmış bölümleri, verilen kavramları kullanarak tamamlayınız.

uzama bölgesi, olgunlaşma bölgesi, prokambiyum, temel meristem, apikal meristem, bölünme bölgesi, emici tüy, protoderm, kaliptra





2. BÖLÜM

BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

Resimde örneğini gördüğünüz okaliptüs ağacının uzunluğu yaklaşık 100 metredir. Bu ağaç, topraktan günde yaklaşık 250-400 litre su alır. Peki, okaliptüs, kökleri ile topraktan aldığı bu suyu 100 metre yukarıdaki yapraklarına nasıl taşımaktadır? Yapraklarda üretilen fotosentez ürünleri, tekrar köklere kadar nasıl taşınabilmektedir? Bitkinin vücuduna aldığı ortalama 300 litre su nereye gitmektedir?

Bitkisel dokular konusunda, taşımada görevli olan ksilem ve floem dokularının yapısı anlatılmıştı. Bu bölümde ise bu dokuların nasıl çalıştığı, bitkilerin yapısındaki organik ve inorganik maddelerin taşınmalarının nasıl gerçekleştiği anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Odun boruları
2. Nodül
3. Terleme
4. Gutasyon
5. Soymuk boruları
6. Mikoriza
7. Çekim teorisi
8. Kılcallık
9. Yaş halkaları
10. Minimum kuralı
11. Kök basıncı
12. Stoma
13. Adhezyon
14. Gübre
15. Kohezyon
16. Basınç akış teorisi

2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

Bitkilerde taşıma sistemi temelde iki farklı şekilde çalışır. Topraktan alınan su ve mineraller ksilem borularıyla yukarı doğru taşınırken yapraklarda üretilen fotosentez ürünleri floem boruları ile bitkinin diğer organlarına taşınır.

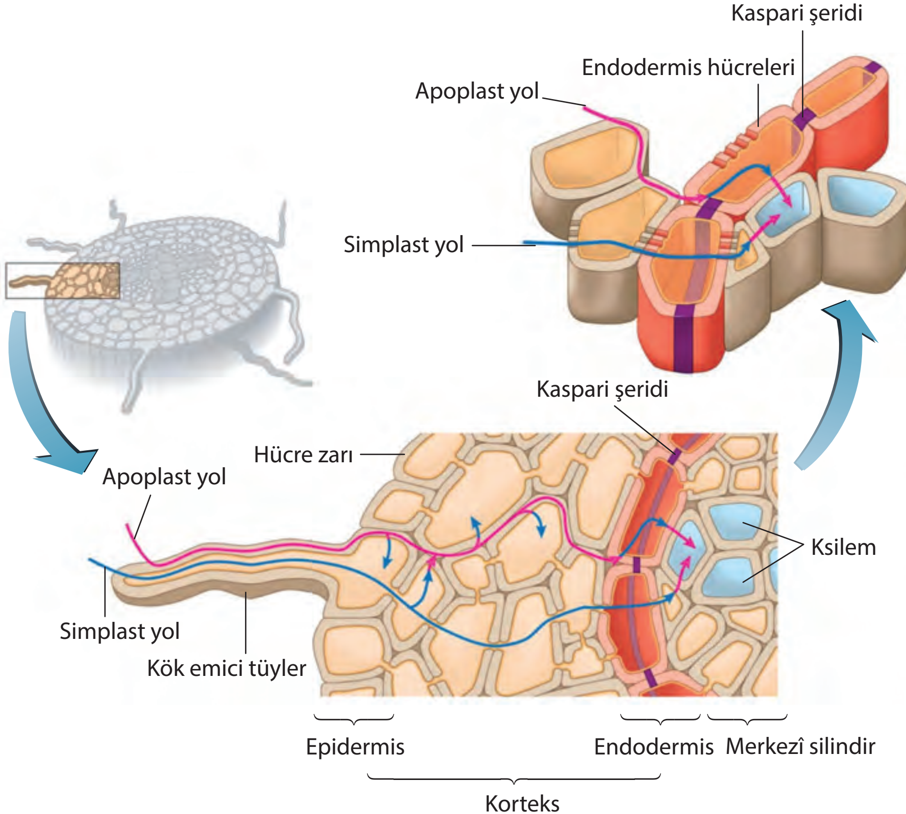
2.1. SU VE MİNERALLERİN TAŞINMASI

2.1.1. SU VE MİNERALLERİN TOPRAKTAN EMİLMESİ VE KSİLEME TAŞINMASI

Topraktan kök emici tüyleri ile alınan su ve minerallerin, kökten, ksilem borularına kadar iletilmesi iki farklı yol ile gerçekleşebilir. Bu yollardan birine **apoplast yol,** diğerine **simplast yol** adı verilir.

Apoplast yol; hücre çeperlerinden oluşan, hücreler arası boşlukta ilerleyen bir yoldur. Su, bu yolda ilerlerken simplast yola göre daha hızlı hareket eder ve hiçbir engelle karşılaşmadan endodermiste bulunan kaspari şeridine kadar gelir. **Kaspari şeridi;** endodermis hücreleri arasında bulunan, su geçirmeyen bir kuşaktır. Buraya kadar apoplast yoluyla gelen su, buradan aynı yolla ksileme geçemez. Endodermise giren su, hücreden hücreye geçerek (simplast yolla) ksileme ulaşır (Şekil 2.15).

Simplast yol, birbiriyle komşu olan kök hücrelerinin oluşturduğu yoldur. Su, bir hücreden diğer hücreye aktarılarak geçer. Hücre zarındaki seçici geçirgen özellik, bu madde iletiminin denetimini sağladığından madde geçişi apoplast yoldakine oranla daha yavaş gerçekleşir (Şekil 2.15).

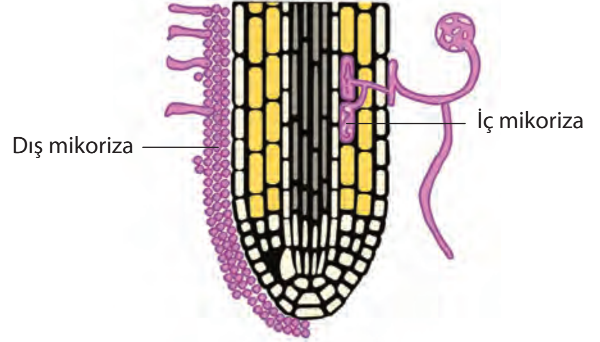


Şekil 2.15 Topraktan alınan su ve minerallerin ksileme taşınırken izlediği apoplast ve simplast yollar

Bakteri ve Mantarların, Köklerin Madde Alımını Artırmadaki Etkileri

Bitkilerin yaşadıkları toprağın 1 gramında yaklaşık 30.000 bakteri ve toplam uzunlukları 200 metreye yakın mantar hifi bulunur. Bitkilerin köklerinde genellikle mantar ve bakterilerden korunmak için çeşitli adaptasyonlar gelişmiştir fakat bazı türler, birlikte yaşayarak iki canlının karşılıklı fayda sağladığı mutualist birliktelikler oluşturabilir.

Mikorizalar: Bitki köklerinin mantarlarla yaptığı birliklerdir. Yunanca mantar ve kök kelimelerinden gelmektedir. Mikorizalar, bitki köklerinin dışında yaşayan ektomikoriza (dış mikoriza) ve kök hücrelerinin içine kadar uzanan arbüsküler (iç) mikoriza olmak üzere iki çeşittir (Şekil 2.16). Mantar, bitki köklerinin emilim yüzeyini artırarak topraktan daha fazla su emilimini sağlar. Bunun karşılığında ise bitkiden organik besin alarak yaşamını sürdürür.



Şekil 2.16 Bitki köklerindeki iç ve dış mikorizalar

Nodül: Canlıların yapısında bulunan nükleik asitlerin, ATP'nin, amino asitlerin ve vitaminlerin yapısında bulunan azot (N), canlılar için en önemli elementlerden biridir. Atmosferdeki gazların %78'i N_2 gazı olmasına rağmen bitkiler ve hayvanlar N_2 gazını doğrudan kullanamaz. Çünkü N_2 gazı çok kararlıdır ve parçalanabilmesi için çok fazla enerji gerekir. N_2 gazının kullanılabilir hâle getirilmesini doğada çok az türde bakteri gerçekleştirebilir. Bu bakteriler, **azot fiksasyonu (azot bağlanması)** adı verilen olay ile N_2 gazını, NO_3 (nitrat) hâline getirir.

Bitkiler; amino asit, nükleik asit ve vitamin sentezini gerçekleştirebilmek için azot elementine ihtiyaç duyar ve bu azotu topraktan azotlu bileşikler şeklinde almak durumundadır. Bezelye, fasulye, yer fıstığı, yonca gibi baklagiller, ihtiyaç duydukları azotu alabilmek için azot fiksasyonu yapan bakteriler ile birlikte ortak yaşam oluşturur. Azot fiksasyonu yapan bakteriler, bitkinin kök hücrelerine girerek kökte **nodül** olarak adlandırılan yumruları oluşturur. Nodüllerdeki bakteriler; havadan aldıkları N_2 gazını bağlayarak bitkinin kullanabileceği hâle getirir, karşılığında ise bitkiden organik besin alır (Resim 2.28).



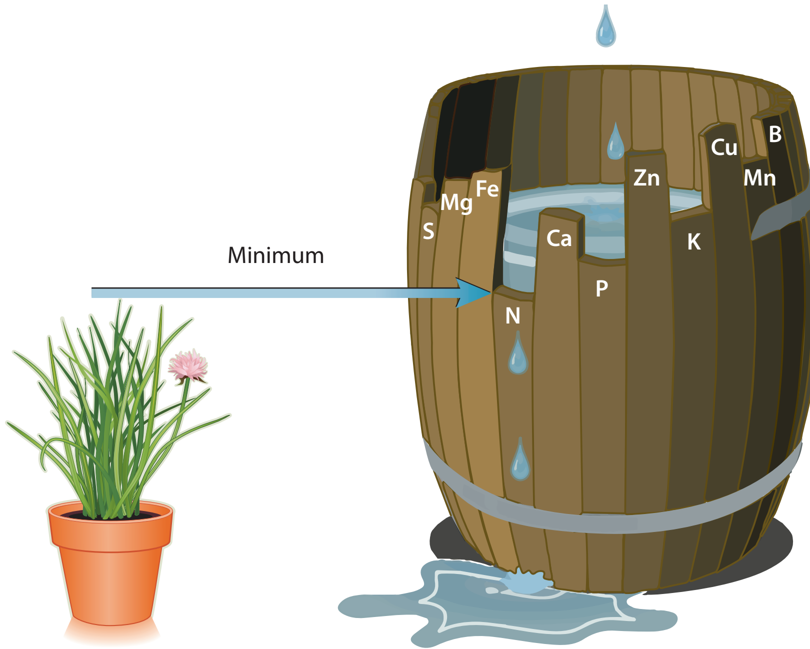
Resim 2.28 Bitki köklerindeki nodüller

Bitkilerde Beslenme

Bitkiler de tüm canlılar gibi yaşamlarını devam ettirebilmek için çeşitli elementlere ihtiyaç duyar. Bu elementlerden karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) bitkiler için dışarıdan alınması zor olmayan elementlerdir. Diğer elementler ise bitkilerin topraktan kökleriyle alması gereken mineraller şeklinde bulunur. Bitkilerin fazla miktarda ihtiyaç duyduğu ele-

mentlere **makroelementler** denir. Makroelementlere azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kükürt (S), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) örnek verilebilir. Bitkilerin çok az miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere ise **mikroelement** adı verilir. Mikroelementlere örnek olarak demir (Fe), klor (Cl), mangan (Mn), bor (B), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), molibden (Mo) verilebilir. Bitkinin yaşadığı toprakta tüm elementler en iyi düzeyde bulunurken bunlardan sadece bir tanesi bile bitkinin ihtiyacından daha az ise bitki, bu besinin eksiklik belirtilerini gösterir. Bu eksiklik giderilmezse bitkinin ölümüne neden olabilir. Bu durumda *"bir mineralin eksikliği, diğer mineraller tarafından karşılanamaz"*, sonucunu çıkarabiliriz. Toprakta bulunan minerallerden hangisi bitkinin ihtiyacını en az oranda karşılıyorsa bitki, bu karşılama oranında büyüyebilir. Bu duruma **minimum yasası** adı verilir.

Minimum yasası, 1840 yılında J. Liebig (Libig,1803-1873) adlı bilim insanı tarafından ortaya konulmuştur. Bu yasayı, tahtadan yapılmış ve tahtalarının her biri farklı yükseklikte kırılmış içi su dolu bir fıçıyı düşünerek açıklayabiliriz. Suyun fıçı içinde ulaşabileceği en yüksek seviye, en kısa tahta parçasının yüksekliği kadar olacaktır (Şekil 2.17). Benzer şekilde bitkiler de topraktaki tüm mineralleri, en düşük miktardaki mineralin oranında alabilir. Örneğin, bitkinin ihtiyacının sadece yarısını karşılayacak kadar demir bulunuyorsa bitki, diğer mineralleri de ihtiyacının ancak yarısı oranında alabilir. Tarım ile uğraşanlar; hangi besin maddesinin eksikliğinde, hangi belirtilerin ortaya çıktığını belirleyerek bu eksikliği uygun şekilde teşhis ederler ve eksik besin maddesini toprağa gübre şeklinde ilave ederler. Doğal veya yapay olarak üretilebilen gübre, bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerini bulundurur ve topraktaki eksiklikleri gidermede kullanılır.



Şekil 2.17 Kırık bir fıçının ancak kırık kısma kadar dolu olabilceği gibi, bitkiler de topraktaki tüm mineralleri ancak en az miktardaki mineral oranında kullanabilir (Minimum yasası).

Bunu biliyor musunuz?

Bitkilerin toprak yerine içinde erimiş gübre bulunan su, perlit, torf, volkan tüfü, yer fıstığı kabuğu, ağaç kabuğu, talaş, kum, çakıl, plastik köpük gibi ortamlarda yetiştirilmesine ***topraksız tarım*** *adı verilmektedir. Topraksız tarımla hijyenik ve daha lezzetli ürünler yetiştirme imkânı bulunabilmekte; gübreleme, ilaçlama, aşırı sulama gibi faktörlere gerek duyulmamaktadır. Bu yöntemle başta domates, biber, patlıcan, fasulye, salatalık gibi bitkiler olmak üzere hassas tıbbi bitkiler ve marul gibi yumru kök içermeyen yeşillikler daha sağlıklı yetiştirilebilmekte; bitkilerde hastalık seviyesi minimum düzeye indirilebilmektedir.*

http://www.tarimtv.gov.tr
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)



Araştırınız

Tarımda kullanılan yapay gübrelerin içeriklerini ve etki mekanizmalarını araştırınız.

OKUMA METNİ

CANAVAR OTU



Parazit bitkiler, yaşamak için gerekli olan besinlerin tamamını ya da bir kısmını üzerinde yaşadığı bitkiden alır.

Bazı parazit bitki türlerinde fotosentez için gerekli olan klorofil bulunur. Bu parazit türleri fotosentez yapar. Ancak suyu ve bazı besin tuzlarını konakçı bitkilerden alır. Bunlara **yarı parazit bitkiler** denir. Klorofilsiz parazit bitkiler de vardır. Bu bitkiler fotosentez yapamaz ve tüm ihtiyaçlarını konakçı bitkiden karşılar. Bunlar da **tam parazit bitki** olarak adlandırılır. Türkiye florasında da parazit yaşama uyum sağlamış bitki türleri vardır. Bu türlerden biri de canavar otugiller olarak bilinen *Orobanchaceae* (Orobankaçe) ailesidir. Ailenin üyelerinde klorofil bulunmaz. Bunlar, tam parazit bir yaşam sürer. Parazit yaşam, canavar otlarının köklerinde emici kollar oluşması ve bu emici kolların konakçı bitkinin köklerinin içine girmesiyle gerçekleşir.

Bülent Gözcelioğlu
Bilim ve Teknik, Ekim 2013
(Kısaltılmıştır.)

2.1.2. SU VE MİNERALLERİN KSİLEMDE TAŞINMASI

Su moleküllerinin seçici geçirgen bir zardan su miktarının çok olduğu ortamdan su miktarının az olduğu ortama geçişine **osmoz** adı verildiği 9. sınıfta anlatılmıştı. Suyun topraktan alınıp ksileme, ksilemde de bitkinin üst organlarına kadar taşınması osmoz kurallarına göre gerçekleşir. Mineraller ise kolaylaştırılmış difüzyon ve aktif taşıma ile taşınabilir. Mineraller, kök hücrelerine alındıktan sonra hücrelerin ozmotik basıncı artar. Böylece su, topraktan kök hücrelerine, buradan da ksileme geçer.



Araştırınız

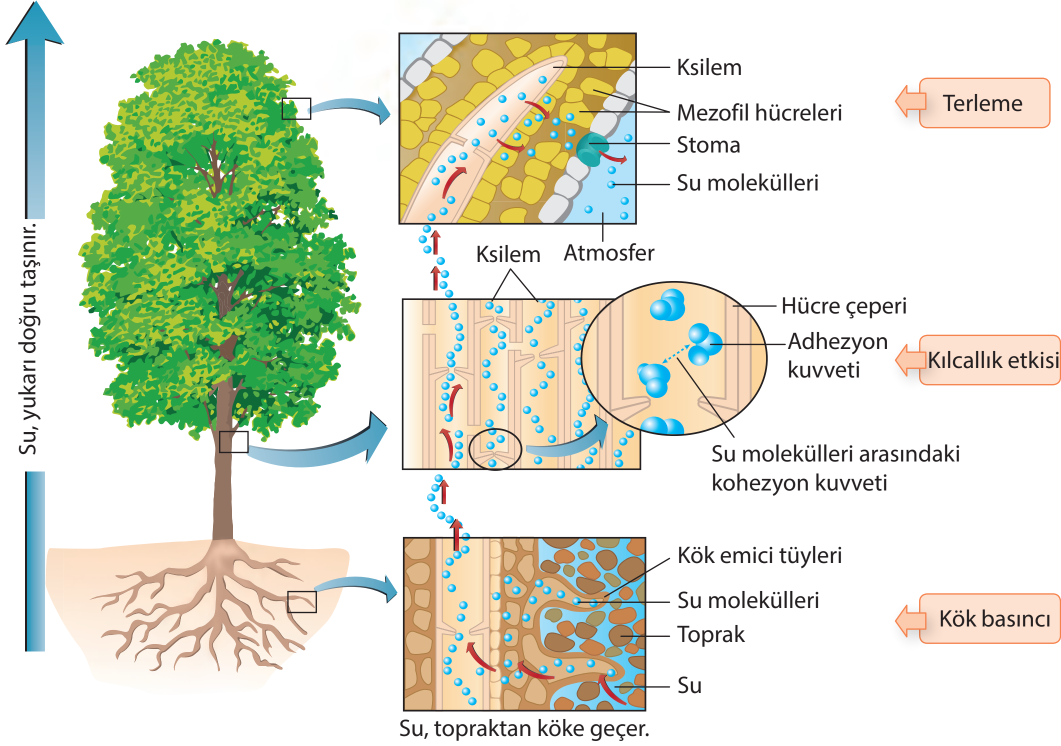
Kurak ve nemli bölge bitkilerinin farklılıklarını gösteren bir tablo hazırlayınız. Tabloya yazdığınız bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Topraktan alınan su ve mineraller, ksileme ulaştıktan sonra yukarı nasıl taşınır? Burada üç faktör etkilidir. Bunlar; terleme ve kohezyon kuvveti, kök basıncı ve kılcallıktır.

Terleme ve Kohezyon Kuvveti

Terleme ve kohezyon kuvveti, bitkilerde suyun kökten yapraklara kadar taşınmasında en etkili faktörlerdir. Bitkilerde terleme, yapraklarda bulunan stomalardan suyun buhar hâlinde atılması şeklinde gerçekleşir. Yapraklarda su kaybedildiğinde hücrelerin ozmotik basıncı artar ve yapraklar bağlı olduğu ksilemden su çeker. Bu durum ksilemde bir çekim kuvveti

oluşturur. Su ve içinde çözünmüş mineraller ksilemde aşağıdan yukarı doğru -içecek, pipet ile çekildiğinde içeceğin yukarı çıkması gibi- hareket eder. Suyun terleme ile ksilemde sütun şeklinde kesintisiz olarak yükselmesinde etkili faktörlerden biri de su moleküllerinin hidrojen bağları ile birbirine yapışması sonucu oluşan **kohezyon kuvveti**dir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18 Topraktan alınan su ve minerallerin yukarı taşınmasını sağlayan faktörler; terleme, kohezyon kuvveti, kök basıncı ve kılcallıktır.

Terleme, ksilemde su ve minerallerin taşınmasına katkı sağlarken bitkinin sıcak havada çok fazla ısınmasını da engellemektedir. Terlemenin, dolayısıyla buharlaşmanın olduğu ortamda su, buhar hâline geçerken ortamın sıcaklığını düşürür yani bitki serinlemiş olur.

Terleme; sıcak, rüzgârlı ve kuru (nemin az olduğu) havalarda daha hızlı gerçekleşir. Fakat aşırı rüzgârlı, aşırı sıcak ve aşırı kuru havalarda absisik asit hormonunun etkisiyle stomalar kapatılarak terleme azaltılır ve su kaybı engellenir.

Kök Basıncı

Kök basıncı, suyun ksilemde yükselmesine destek veren ancak terleme kadar etkisi olmayan bir faktördür. Kök basıncı, kökün ozmotik basıncı ile toprağın ozmotik basıncı arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Bu ozmotik basınç farkından dolayı suyun köke nasıl girdiği ve ksileme kadar nasıl taşındığı, bu bölümün başında anlatılmıştı. Su, ksileme girdikten sonra gidecek bir yeri olmadığından ksilem içinde yükselmeye başlar (Şekil 2.41). Diğer bir ifadeyle terleme, suyu ksilemde yukarı doğru çeken bir kuvvet iken kök basıncı, ksilemdeki suyu aşağıdan iten bir kuvvettir.

Su ve su içinde çözünen minerallerin yapraklardaki hidatotlardan dışarı atılmasına **gutasyon (damlama)** adı verilir (Resim 2.29). Gutasyon, toprakta suyun fazla ve havada nemin yüksek olması durumunda oluşan kök basıncının etkisiyle gerçekleşir.



Resim 2.29 Suyun hidatotlardan gutasyon ile atılması

Kılcallık Etkisi

Suyun içinde taşındığı kılcal borular olan ksilemler daraldıkça su molekülleri ile ksilem arasındaki gerilim artar, su molekülleri ile ksilem çeperleri arasındaki çekim kuvveti olan **adhezyon kuvvet**inin etkisi ile kılcal borularda bir miktar yükselme sağlanır (Şekil 41). Bu etki, terleme ve kök basıncı etkileri ile karşılaştırıldığında çok daha düşük düzeyde kalır.

Stomaların Yapısı ve Açılıp Kapanma Mekanizması

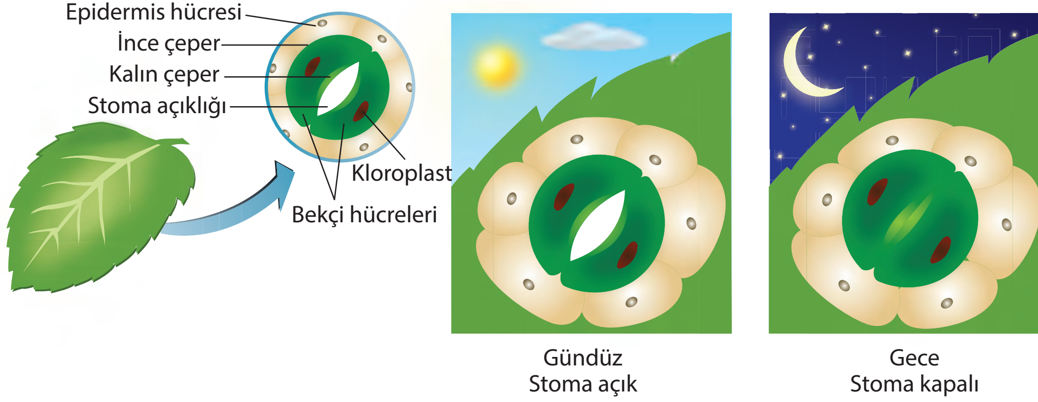
Su, bitkiler için en önemli maddelerden biridir. Bitkiler suyu içlerine aldıktan sonra onu koruyabilmek için önemli yapılara sahiptir. Örneğin, epidermis tarafından üretilen ve su geçirmeyen kütikula tabakası yaprağın üzerini örterek su kaybını önler. Kütikula, bu yönüyle fayda sağlar ancak aynı zamanda kütikulanın koruyucu yapısı su buharının ve solunum gazlarının geçmesine de engel olur. Peki, bu durumda yaprak hücreleri dış ortamla gaz alışverişini nasıl gerçekleştirir ve fazla su buharı hücrelerden nasıl uzaklaştırılır? Yapraklarda bu olayların düzenlenmesi için **stoma** adı verilen açıklıklar bulunur. Stoma, **bekçi hücreleri** adı verilen epidermisin özelleşerek oluşturduğu iki hücreden meydana gelir (Resim 2.30). Canlı olan bu hücrelerin kloroplastları vardır ve genellikle birbirlerine bakan yüzeylerinin çeperleri daha kalındır. Bekçi hücreler, aralarındaki stoma açıklığını açıp kapatarak suyun atılmasını düzenler. Kurak ve sıcak ortam bitkilerinde su kaybının azaltılabilmesi için stoma sayısı azdır ve stomalar, çoğunlukla yaprağın alt kısmında epidermise gömülü durumdadır.



Resim 2.30 Stomaları oluşturan bekçi hücreleri ve stoma açıklığı

Stomalar, gündüz ışık şiddeti fotosentez için yeterli seviyeye ulaştığında açılarak dış ortamla yaprağın iç kısmındaki hücreler arasında gaz alışverişini hızlandırır; karanlıkta ise kapanır. Sabah güneşin doğmasıyla yapraklarda fotosentez başladığında düşen karbondioksit (CO_2) oranı ve artan ışık, stomanın açılmasını sağlayan en önemli etkenlerdir. Işık, stomaya geldiğinde buradaki reseptörler ışığı algılar ve bekçi hücrelerin zarında bulunan hidrojen iyonu (H^+) pompasını çalıştırarak hidrojen iyonlarının hücre dışına geçmesini sağlar. Bu sırada potasyum (K^+) ve klorür iyonları (Cl^-) da hücre içine girer. Böylece bekçi hücrelerinde ozmotik basınç artar. Aynı zamanda bekçi hücrelerinde gerçekleşen fotosentez ürünü organik moleküller de bekçi hücrelerin ozmotik basıncını artırır. Artan ozmotik basıncın etkisiyle bekçi hücreleri, komşu hücrelerden su çekmeye başlar. Su alan bekçi hücreleri, aralarında stoma açıklığı oluşacak şekilde bükülür ve stoma açılır (Şekil 2.19).

Karanlıkta, bekçi hücrelerindeki potasyum iyonları hücre dışına çıkar; stoma içindeki su ise osmoz ile komşu hücrelere geçer. Stoma açıklığı bir süre sonra kapanır. Ayrıca aşırı sıcak, aşırı rüzgâr gibi su kaybının arttığı durumlarda mezofil hücreleri absisik asit hormonu üretir. Absisik asit hormonu, stoma bekçi hücrelerine etki ederek stomanın kapanmasını sağlar (Şekil 2.19).



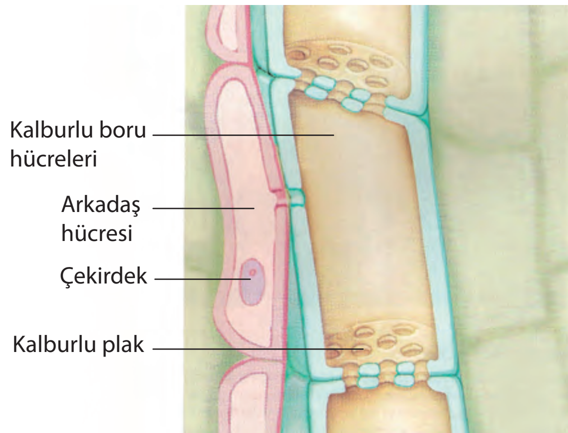
Şekil 2.19 Stomaların açılıp kapanma mekanizması

Stoma;		Stoma;	
• aydınlık ortamda • pH arttığında • ozmotik basınç arttığında	açılır.	• karanlık ortamda • pH azaldığında • ozmotik basınç azaldığında	kapanır.

2.2. ORGANİK BESİNLERİN TAŞINMASI

Yapraklarda fotosentez ile üretilen besinlerin taşınması floemde gerçekleşir. Floem hücrelerindeki taşıma çift yönlüdür ve canlı olan bu hücrelerde taşıma sırasında enerji harcanır.

Floem borularının kalburlu borulardan ve arkadaş hücrelerinden oluştuğu "İletim Doku" başlığı altında anlatılmıştı. Kalburlu boru hücrelerinin aralarında, üzerinde delikler olan plaklar bulunur. Kalburlu boru hücrelerinde çekirdek, golgi ve ribozom gibi organeller olmamasına rağmen bu hücrelerin yaşayabilmesinin sebebi, her bir kalburlu boru hücresinin kendisine destek olan arkadaş hücrelerine sahip olmasıdır (Şekil 2.20).



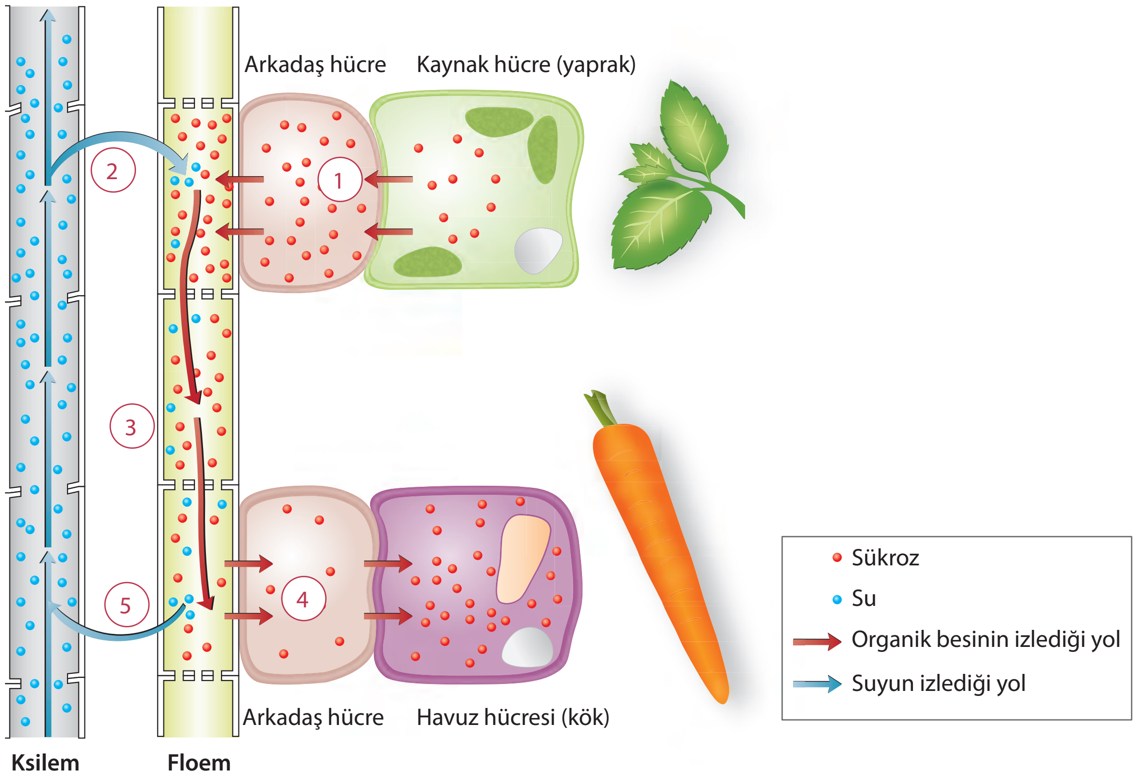
Şekil 2.20 Kalburlu boruların yapısı

Kalburlu boru hücresi ile arkadaş hücresi arasında madde alışverişinin gerçekleştiği, **plazmodezm** adı verilen uzantılar bulunur. Arkadaş hücreleri, organellere sahiptir ve kalburlu boru hücrelerine yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli maddeleri plazmodezmler aracılığı ile aktarır.

Kalburlu borularda organik besinlerin taşınması, **"basınç akış teorisi"** ile açıklanır. Buna göre taşınacak olan organik besinlerin üretildiği hücre (genellikle yaprak hücreleri) **kaynak hücre,** organik besinlerin taşınıp depolanacağı hedef hücre ise **havuz hücre** olarak adlandırılır.

Basınç akış teorisine göre organik besinlerin taşınması, aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Şekil 2.21):

1. Kaynak hücresinde üretilen organik besin (sükroz); aktif iletim ile arkadaş hücrelerine, oradan da kalburlu borulara geçer.
2. Kalburlu boruda artan organik besin derişimine bağlı olarak ksilemdeki su, osmoz ile kalburlu borulara geçer.
3. Kalburlu borunun içindeki su artışı, turgor basıncını artırır. Bu basıncın etkisiyle içinde organik besinler bulunan sıvı, bir hücreden diğer hücreye doğru geçer.
4. Besinler, depo edileceği bölgeye geldiğinde difüzyon ve aktif iletim ile arkadaş hücresine, buradan da havuz hücresine geçerek depolanır.
5. Azalan ozmotik basınca bağlı olarak su, ksileme geri döner.



Şekil 2.21 "Basınç akış teorisi"ne göre organik maddelerin taşınma mekanizması

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "bitkilerde madde taşınması" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. plazmodezm	2. gutasyon	3. nodül	4. ksilem	5. floem
6. stoma	7. terleme	8. kaspari şeridi	9. mikoriza	10. adhezyon kuvveti

a) Bitki köklerinin mantarlarla yaptığı birliklere .... adı verilir.

b) Bitkilerde topraktan alınan su ve mineraller, ... borularıyla yukarı doğru taşınırken yapraklarda üretilen fotosentez ürünleri .... boruları ile bitkinin diğer organlarına taşınır.

c) Azot fiksasyonu yapan bakteriler, bitkinin kök hücrelerine girerek kökte .... olarak adlandırılan yumruları oluşturur.

ç) Kalburlu boru hücresi ile arkadaş hücresi arasında .... adı verilen madde alışverişlerinin gerçekleştiği uzantılar bulunur.

d) Topraktaki suyun fazla, havadaki nemin yüksek olması durumunda yaprakta hidatot adı verilen yapılardan su ve su içinde çözünen minerallerin damlacıklar hâlinde dışarı atılmasına .... adı verilir.

e) Yapraklarda gaz alışverişinin gerçekleştiği, kloroplast taşıyan iki hücrenin aralarında açıklık bırakarak oluşturdukları yapılara .... adı verilir.

f) Kökte endodermis hücreleri arasında bulunan, su geçirmeyen tabakaya .... adı verilir.

2. Bitkilerin mineral ihtiyaçlarının karşılanmasında etkili olan "minimum yasası"nı açıklayınız.

....

....

....

3. Aşağıdaki cümlelerde numaralandırılmış bölümleri, verilen kavramları kullanarak tamamlayınız.

aydınlık ortamda, karanlık ortamda, pH azaldığında, pH arttığında, ozmotik basınç azaldığında, ozmotik basınç arttığında

Stomalar,

1. ....
2. .... } **açılır.**
3. ....

Stomalar,

1. ....
2. .... } **kapanır.**
3. ....

4. Bitkilerin topraktan aldığı su ve minerallerin, ksileme ulaştıktan sonra yapraklara taşınmasında etkili olan faktörleri yazarak kısaca açıklayınız.

a) ....

b) ....

c) ....

ç) ....

5. a) Aşağıda verilen "basınç akış teorisi"ni açıklayan olayları, gerçekleşme sırasına göre numaralandırınız.

b) Bu numaraları ve verilen kavramları şekil üzerindeki ilgili yerlere yazınız.

arkadaş hücre, floem, ksilem, arkadaş hücre, kaynak hücre, havuz hücresi

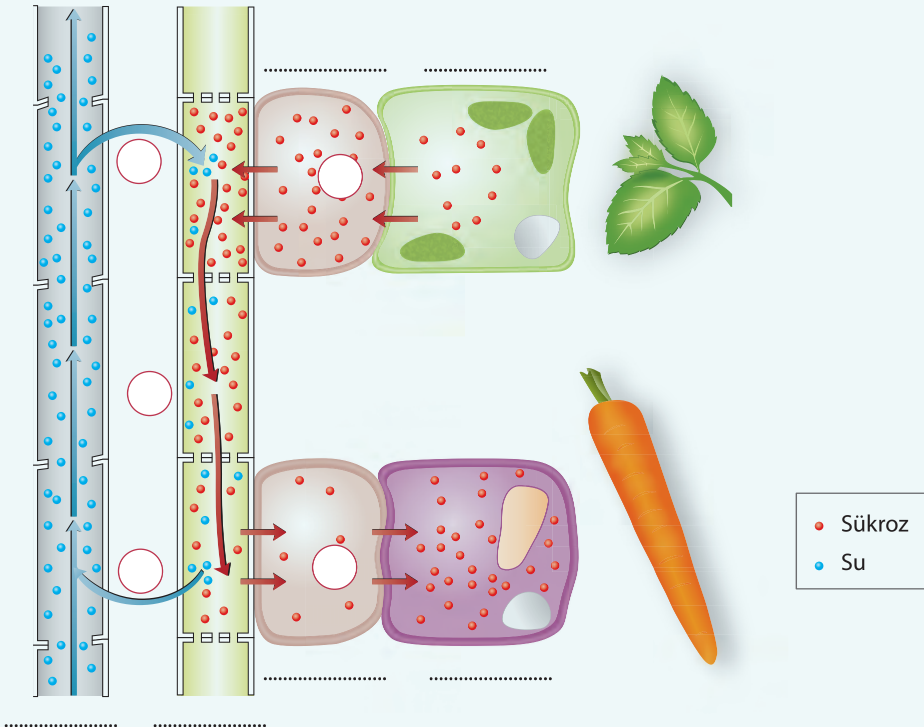
◯ Kaynak hücresinde üretilen organik besin (sükroz), aktif iletim ile arkadaş hücrelerine, oradan da kalburlu borulara geçer.

◯ Besinler, depo edileceği bölgeye geldiğinde difüzyon ve aktif iletim ile arkadaş hücresine, oradan da havuz hücresine geçerek depolanır.

◯ Kalburlu boruda artan organik besin derişimine bağlı olarak ksilemdeki su, osmoz ile kalburlu borulara geçer.

◯ Azalan ozmotik basınca bağlı olarak su, ksileme geri döner.

◯ Kalburlu borunun içindeki su artışı, turgor basıncını artırır. Bu basıncın etkisiyle içinde organik besinler bulunan sıvı, bir hücreden diğer hücreye doğru geçer.





3. BÖLÜM

BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Limon ağacı, portakal ve mandalina gibi turunçgiller familyasında yer alan bir meyve ağacıdır. Kışın yapraklarını dökmeyen bu ağacın, resimde de görüldüğü gibi çiçek ve meyveleri aynı anda üzerinde bulunabilmektedir.

Bu bölümde çiçekli bitkilerde üreme organı olan çiçeğin yapısı, tozlaşma ve döllenme aşamaları, doğal şartlarda bitkinin neslinin devamını sağlayan tohum oluşumu, tohumu taşıyan meyvenin oluşumu ve tohumun çimlenerek yeni bitkiyi oluşturma süreci detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Çiçek
2. Döllenme
3. Çimlenme
4. Üreme hücreleri
5. Tohum
6. Dormansi
7. Tozlaşma
8. Meyve
9. Erken çimlenme

3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Çiçek, tohumlu bitkilerde üreme organı olarak görev yapar. Bu bölümde çiçekli bitkilerde çiçeğin yapısı, gamet oluşturma süreci, gametlerin döllenmesi, embriyo ve tohum oluşumu, tohumun çimlenerek yeni bir bitkiyi oluşturma süreci anlatılacaktır.

3.1. ÇİÇEĞİN YAPISI VE KISIMLARI

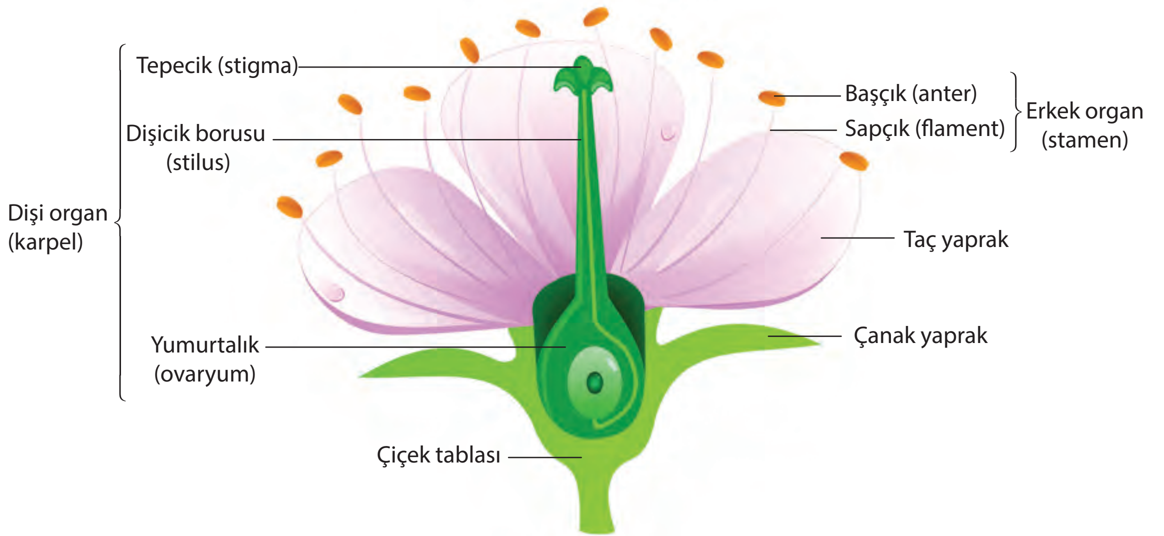
Tohumlu bitkiler, çiçeklerinde oluşturdukları gametleri kullanarak eşeyli olarak çoğalır. Tohumlu bitkilerin açık tohumlu ve kapalı tohumlu olmak üzere iki gruba ayrıldığı, 9. sınıfta "Canlıların Sınıflandırılması" ünitesinde anlatılmıştı. Açık ve kapalı tohumlu bitkilerin üreme şekilleri birbirinden farklıdır. Bu bölümde açık tohumlu bitkilerin üremede görevli yapılarına ve yaşam döngülerine kısaca değinilecek, daha çok kapalı tohumlu bitkilerin üremeleri üzerinde durulacaktır.



Resim 2.31 Açık tohumlu bitkilere ait dişi ve erkek kozalaklar

Açık tohumlu bitkiler; iğne yapraklı, her mevsim yeşil olan, çok yıllık odunsu bitkilerdir. Üreme organları, kapalı tohumlu bitkilerin çiçeklerine benzemez ve **kozalak** adını alır. Erkek ve dişi üreme hücreleri ayrı ayrı kozalaklarda üretilir (Resim 2.31). Erkek kozalaklarda üretilen polenler, rüzgâr aracılığı ile dişi kozalaklara gelir ve burada yumurtayı dölleyerek zigotun oluşmasını sağlar. Zigot, daha sonra mitoz bölünmeler ile embriyoyu oluşturur. Açık tohumlu bitkilerde meyve oluşmaz; embriyo, dişi kozalak içinde gelişir.

Kapalı tohumlu bir bitkinin çiçeği, çiçek sapına bağlı olarak bulunur. Çiçek, bu çiçek sapının üzerinde iç içe dizilmiş olan çanak yapraklar, taç yapraklar, erkek organ (stamen) ve/veya dişi organlardan (karpel) oluşur (Şekil 2.22).



Şekil 2.22 Çiçeğin yapısı

Çiçek sapı, çiçeğin taşınması ile görevlidir. Çanak yapraklar, genellikle yeşil renklidir ve çiçek daha tomurcuk hâldeyken çiçeğin diğer organlarını taşır. Taç yapraklar, genellikle renkli ve güzel kokan göz alıcı yapraklardır. Böcekleri çekerek tozlaşmanın daha kolay gerçekleşmesini sağlar. Taç yaprakların şekli ve yapısı, tozlaşma şekline bağlı olarak değişebilir.

Çiçek, üreme hücrelerinin üretildiği erkek ve/veya dişi organları da taşır. Erkek organ, **sapçık (flament)** ile üreme hücrelerinin üretildiği ve depolandığı **başçık (anter)** kısmından oluşur. En iç kısımda bulunan dişi organ ise polenlerin üzerine yapıştığı **tepecik (stigma)**, polenin tohuma ulaşmak için polen tüpünü uzattığı **dişicik borusu (stilus)** ve dişi üreme hücresinin üretildiği **yumurtalık**tan **(ovaryum)** oluşur.

Dişi organ, erkek organ, taç ve çanak yaprak yapılarının tamamını bulunduran çiçeklere **tam çiçek** adı verilir (Resim 2.32a). Bu yapılardan herhangi birinin eksik olduğu çiçeklere ise **eksik çiçek** denir (Resim 2.32b).



(a) (b)

Resim 2.32 (a) Tam çiçek taşıyan zambak, (b) Eksik çiçek taşıyan ceviz (solda erkek, sağda dişi çiçek)

Eksik çiçek taşıyan bitkiler de farklılık gösterir. Bazı bitkilerde dişi ve erkek çiçekler aynı bitki üzerinde bulunabilir. Böyle bitkilere **monoik (tek evcikli)** adı verilir. Mısır bitkisi, tek evcikli bitkilere örnek verilebilir (Resim 2.33a). İncir, hurma gibi bitkilerde ise bitkinin üzerinde sadece dişi çiçek veya erkek çiçek bulunur. Böyle bitkilere ise **dioik (iki evcikli) bitkiler** adı verilir (Resim 2.33b).



(a) (b)

Resim 2.33 (a) Tek evcikli mısır bitkisi, (b) İki evcikli hurma ağacı (solda erkek, sağda dişi hurma ağacı)

Çiçekli bir bitkinin hayat döngüsü aşağıdaki aşamaları içerir:

1. **Dişi ve erkek gametlerin oluşumu**
2. **Tozlaşma**
3. **Döllenme**
4. **Tohum oluşumu**
5. **Meyve oluşumu**
6. **Tohumun çimlenmesi ve genç bitkinin oluşması**

Bunu biliyor musunuz?



Enginarın yenen kısmı, açmamış çiçeklerinin geniş ve etli çiçek tablası ile baş tarafında bulunan ve "brakte" adı verilen yapraklarının etli dip kısmıdır. Gıda olarak tüketilen enginar; çocuk maması yapımında, eczacılıkta, yem ve boya sanayisinde de kullanılmaktadır.

http://www.tarimtv.gov.tr
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

Bunu biliyor musunuz?



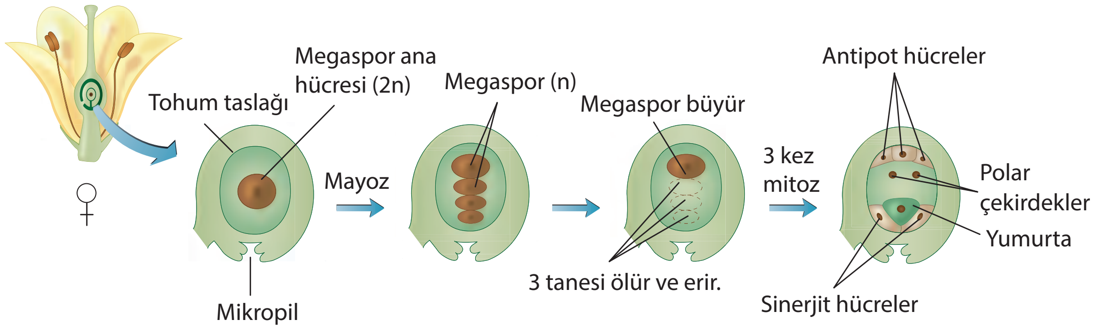
İncir bitkisi çift evcikli bir bitkidir. Erkek incire ilek adı verilir. İleklerin içinde yaşayan ve ilek sineği adı verilen sinek türü, erkek incirdeki polenlerin dişi incirdeki yumurtayı döllemesini sağlar. İncir üreticileri, yılın belli zamanlarında incir ağaçlarının bulunduğu bölgelere olgunlaşmış ilekleri bırakırlar. İleklerden çıkan sinekler, dişi incirlere polen taşır.

http://www.tarimtv.gov.tr
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

3.2. ÇİÇEKLİ BİTKİLERDE ÜREME HÜCRELERİNİN OLUŞUMU

3.2.1. DİŞİ ÜREME HÜCRESİNİN OLUŞUMU

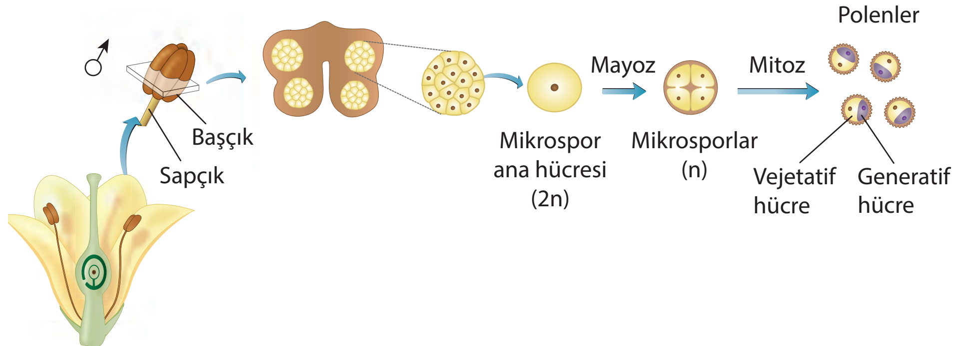
Dişi üreme hücresi olan yumurta, dişi organda tohum taslağının içinde üretilir. Tohum taslağının üzerindeki örtüyü oluşturan tabakalar arasındaki açıklığa **mikropil** adı verilir. Tohum taslağı içinde bulunan diploit (2n kromozomlu) **megaspor ana hücresi,** mayoz bölünme geçirerek dört tane haploit (n kromozomlu) **megaspor** oluşturur. Bu dört hücreden üç tanesi ölür, bir tanesi canlı kalır. Canlı kalan megaspor, art arda üç kez mitoz bölünme geçirerek sekiz tane haploit çekirdek oluşturur. Tohum taslağında oluşan bu yapıya **embriyo kesesi** adı verilir. Embriyo kesesindeki çekirdekler, az da olsa hücre çeperi ve sitoplazmaya sahip olduklarından *hücre* olarak da adlandırılabilir. Bu sekiz çekirdekten dördü mikropilin olduğu tarafta, diğer dördü de mikropilin karşı tarafında toplanır. Oluşan bu gruplardan gelen birer tane çekirdek, embriyo kesesinin orta kısmında ortak bir hücre duvarıyla çevrilerek iki çekirdekli büyük bir hücre oluşturur. Bu çekirdeklere **kutup** ya da **polar çekirdekler** denir. Mikropil tarafında kalan üç hücreden ortadaki **yumurta hücresini,** yanındakiler ise **sinerjit hücreleri** oluşturur. Karşı tarafta kalan üç hücreye ise **antipot hücreler** denir (Şekil 2.23).



Şekil 2.23 Çiçekli bitkilerde dişi üreme hücrelerinin oluşumu

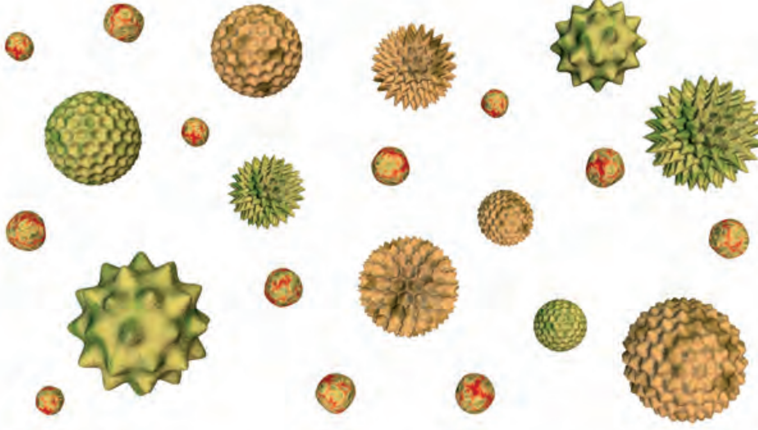
3.2.2. ERKEK ÜREME HÜCRESİNİN OLUŞUMU

Bitkilerde erkek üreme hücrelerinin üretimi ve depolanması, **başçık** adı verilen kısımda gerçekleşir. Başçık içindeki bir **mikrospor ana hücresi** (2n), mayoz bölünme geçirerek dört tane haploit mikrosporu oluşturur. Arkasından **mikrospor,** bir mitoz bölünme daha geçirerek **poleni** oluşturur. Her polen, iki hücreden oluşmaktadır. Bu hücrelerden bir tanesi **generatif (üretken) hücre,** diğeri **vejetatif hücre (tüp hücresi)** olarak isimlendirilir (Şekil 2.24).



Şekil 2.24 Çiçekli bitkilerde erkek üreme hücrelerinin oluşumu

Bitkilerde polen yapısı, türe özgü bir özellik olup bitkilerin sınıflandırılmasında kullanılır. Genellikle rüzgârla tozlaşan bitkilerin polenleri daha hafif ve düz yüzeyli, böcek vb. canlılarla tozlaşan bitkilerin polenleri daha ağır ve desenli ya da çıkıntılıdır (Resim 2.34).



Resim 2.34 Farklı bitkilere ait polen yapıları

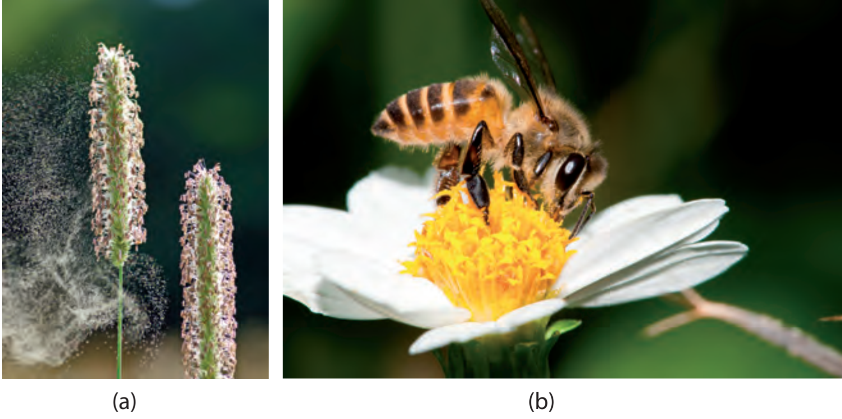


Araştırınız

Monoik ve dioik bitki çeşitlerini araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

3.3. TOZLAŞMA

Erkek organda olgunlaşan polenlerin böcekler, kuşlar, rüzgâr, su gibi etkenlerle dişi organın tepecik kısmına taşınmasına **tozlaşma** denir (Resim 2.35).



(a) (b)

Resim 2.35 (a) Rüzgârla ve (b) böcekle tozlaşma



Araştırınız

Farklı bitkilere ait polen çeşitlerini araştırınız. Bu polenlerin bitkilerin tozlaşma şekline göre adaptasyonlarını sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

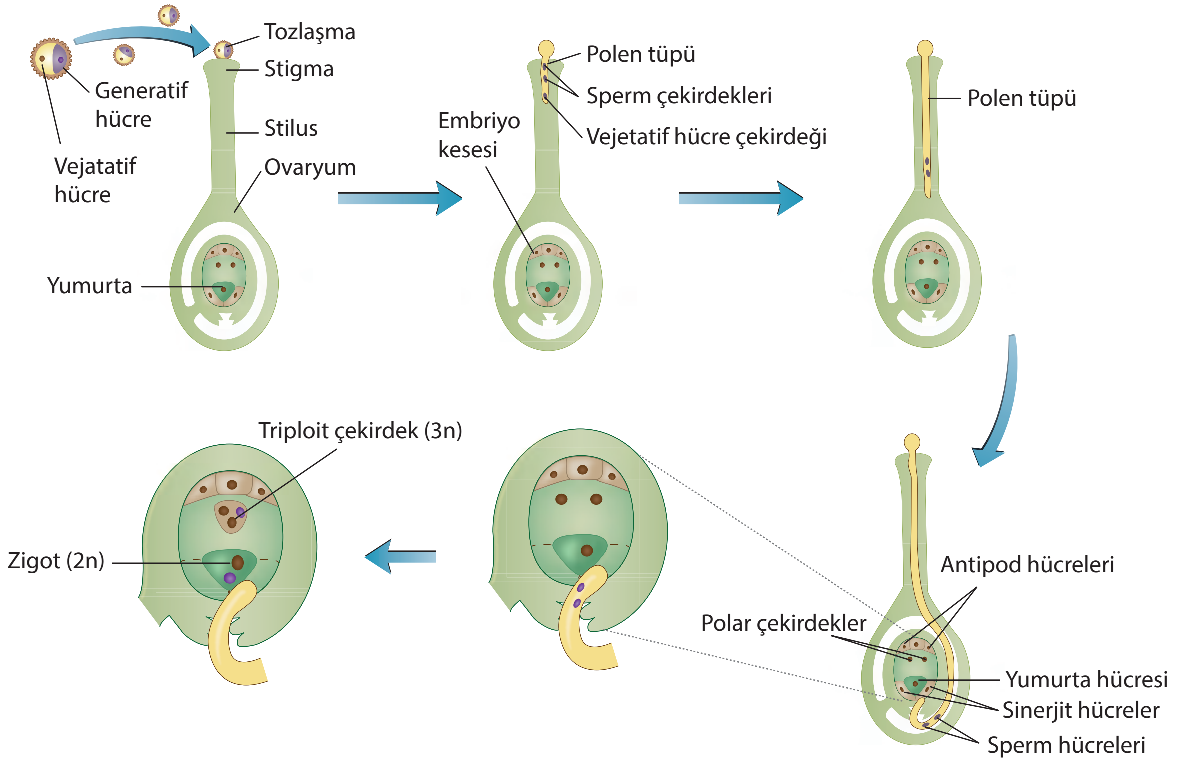
Tam çiçek taşıyan bitkilerde ve monoik bitkilerde hem polen hem de yumurta üretildiği için bitkinin kendisi ile tozlaşma ihtimali de vardır. **Kendi kendine tozlaşma**, kalıtsal çeşitliliğin azalmasına neden olduğu için birçok bitkide bunu engelleyen adaptasyonlar gelişmiştir. Örneğin; dişi ve erkek üreme hücreleri, farklı zamanlarda olgunlaşma veya kendine uyumsuzluk olarak da bilinen kendi polenlerini reddetme gibi adaptasyonlar geliştirir.

Aynı türden farklı bitkilerin tozlaşmasına ise **çapraz tozlaşma** adı verilir. Çapraz tozlaşmada kalıtsal çeşitlilik çok daha fazla sağlanır. Bu da değişen ortama daha fazla uyum yeteneği olan bireylerin oluşmasına imkân verir.

3.4. DÖLLENME

Tozlaşmanın ardından, polenin yapısındaki vejetatif (tüp) hücre, dişi organın tepecik kısmından aşağıya doğru uzayarak embriyo kesesine ulaşır ve **polen tüpü**nü oluşturur. Bu arada generatif hücre, polen tüpünde ilerlemeye başlar. Generatif hücre polen tüpündeyken bir mitoz bölünme daha geçirir ve haploit (n) iki sperm hücresini oluşturur.

Sperm çekirdekleri embriyo kesesine ulaştıktan sonra kapalı tohumlu bitkilere özgü olan **çift döllenme** olayı gerçekleşir. Sperm hücrelerinden biri yumurta hücresini dölleyerek diploit (2n) **zigotu** oluştururken diğeri merkezdeki iki polar (kutup) çekirdeği ile birleşerek **triploit (3n kromozomlu) çekirdeği** oluşturur (Şekil 2.25). Döllenmeden sonra zigot, mitoz bölünmeler ile **embriyo**yu oluştururken triploit (3n) çekirdek, tohumun besin maddelerinin depolanacağı **endosperm** dokusunu oluşturur.

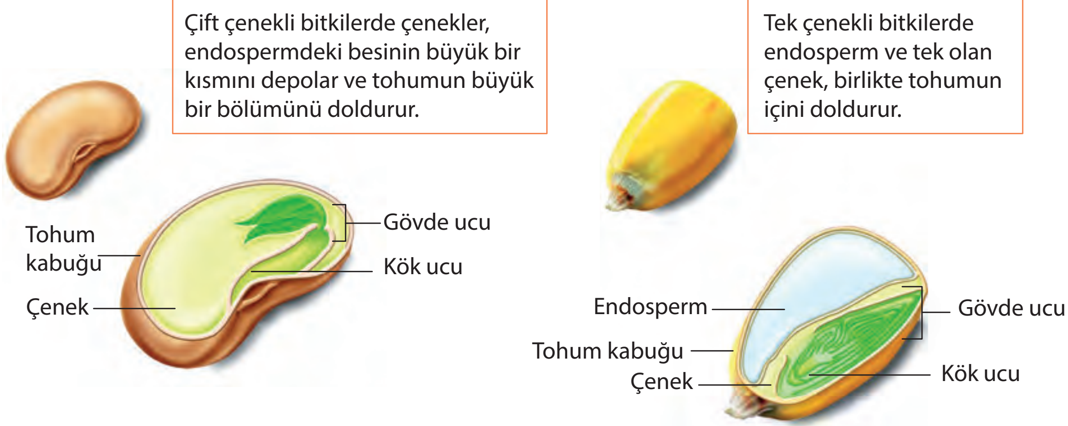


Şekil 2.25 Çiçekli bitkilerde döllenme

3.5. TOHUM OLUŞUMU

Döllenmenin ardından zigot ve etrafındaki tabakalar gelişmeye başlayarak tohumun oluşmasını sağlar. Diploit (2n) olan zigot, döllenmeden sonra mitoz bölünmeler geçirerek **embriyoyu** oluşturur. Embriyo; embriyonik kök, embriyonik gövde ve çeneklerden oluşur. Embriyo, tohum oluşumunun sonlarına doğru içindeki su oranının büyük bir kısmını kaybeder. Embriyo su kaybedince gelişimi de durur ve çimlenme zamanına kadar **uyku hâlinde (dormansi)** kalır. Tohumun dormansi durumunun devam etmesini, daha önce bitkisel hormonlar kısmında söz edilen absisik asit hormonu sağlamaktadır.

Triploit (3n) hücre, döllenmenin ardından karbonhidrat, yağ veya protein gibi besin maddelerini depolamaya başlar ve **endospermi** oluşturur. Bazı çift çenekli bitkilerde çenekler, endospermde depolanan besini de kullanarak çok fazla büyür ve bu sırada endosperm yok olur (Şekil 2.26). Tohum taslağında bulunan bazı hücreler ise döllenmenin ardından tohumu dış etkilerden koruyan **tohum kabuğunu** oluşturur.



Şekil 2.26 Çift çenekli (fasulye) ve tek çenekli (mısır) bitki tohumları ve yapıları

3.6. MEYVE OLUŞUMU

Döllenmeden sonra tohumu taşıyan yumurtalık, meyveyi oluşturacak şekilde değişimler geçirmeye başlar. Meyvenin iki temel görevi vardır. Bunlar:

1. Tohumun yayılmasını sağlamak: Eğer tohumlar ana bitkinin dibine veya yakınına düşerse ana bitki ile yavru bitki; su, mineral ve güneş ışığı için rekabet etmek zorunda kalır. Bunun için yavru bitkiyi taşıyan tohumların ana bitkiden uzağa yayılması, bitkinin neslinin devamlılığı için avantaj sağlar. Meyvelerin yayılmasında hayvanlar, su, rüzgâr gibi faktörler etkilidir. Bazı bitkilerde tohumun meyve tarafından yayılmasını kolaylaştıracak adaptasyonlar gelişmiştir. Örneğin, tohumun rüzgârda uçmasını sağlayacak kanat veya paraşüt benzeri yapılar, koyun vb. hayvanların kıllarına takılmayı sağlayacak çengeller gibi (Resim 2.36).



(a)



(b)

Resim 2.36 Çiçekli bitkilerde tohumun yayılmasını sağlayan yapılara örnekler: (a) Deve dikeninde çengel, (b) Akçaağaçta paraşüt yapısı

2. Tohumu dış etkenlerden korumak: Meyvenin bir diğer görevi de tohum içindeki embriyoyu hastalıklardan ve hayvanlardan korumaktır.

Bazı bitkilerin meyveleri tek bir yumurtalıktan oluşur. Böyle meyvelere **basit meyve** adı verilir. Örneğin; şeftali, kayısı, erik, kiraz basit meyve çeşitleridir. Çilek, böğürtlen, ahududu, dut gibi bitkilerin meyveleri ise çok sayıda yumurtalığın bir araya gelerek oluşturduğu **bileşik meyve** çeşitleridir (Resim 2.37).



Resim 2.37 (a) Basit, (b) bileşik meyve örnekleri

Bitkilerde döllenmeden sonra;
- **zigot ⟶ embriyoyu,**
- **triploit çekirdek ⟶ endospermi,**
- **tohum taslağı ⟶ tohum kabuğunu,**
- **yumurtalık ⟶ meyveyi oluşturur.**

Bunu biliyor musunuz?

Günlük hayatta birçok kişinin sebze olarak bildiği domates, salatalık, patlıcan, ve biber içlerinde tohum bulunduğundan aslında birer meyvedir.

Graham, L.E., Graham, J.M. and Wilcox, L.W. (2003). Plant Biology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.



Araştırınız

Çevrenizde bulunan farklı meyve çeşitlerini sınıfa getirerek arkadaşlarınızla basit ya da bileşik meyve olma durumlarını belirleyiniz.

3.7. TOHUMUN ÇİMLENMESİ

Olgunlaşan tohumun, içindeki su oranının azalması sonucu absisik asit hormonunun da etkisiyle tohum uykusuna (dormansi) girdiği daha önce anlatılmıştı. Dormansi durumundaki tohum, uygun koşullarda yeni bir bitkiyi oluşturmak için çimlenir.

Tohumun dormansi süresi; tohumda depolanan besin miktarına ve çeşidine, tohum kabuğunun sertliği ve dayanıklılığına bağlı olarak değişebilir. Tohum uykusunun sona ermesi için dormansinin kırılması gerekir. Farklı tohumlarda dormansinin kırılabilmesi için farklı şartlar gerekli olabilir. Örneğin, bazı bitki tohumlarında sadece suyun olması çimlenmeyi başlatırken bazı bitkilerin tohumlarının çimlenebilmesi için uzun süre soğuk bir ortamda (kış süresi) bekletilmesi gerekebilir. Bazı tohumlar ortam nasıl olursa olsun belli süre geçmeden çimlenmeye başlayamaz. Bazı tohumların dormansi durumu ışık ile sonlanabilirken bazı tohumlar sadece karanlık ortamda çimlenebilir. Bu şekilde bitkilerin dormansilerinin farklı şekillerde sonlanması, yaşadıkları ortama adaptasyonlarından kaynaklanmaktadır. Örneğin; kış soğuğundan zarar görecek bir bitki fidesinin tohumu, ancak uzun süren soğuk bir dönem geçirdikten sonra çimlenir.

Genel olarak bir tohumun çimlenebilmesi için gerekli olan faktörler; su, oksijen ve uygun sıcaklıktır. Uygun koşullar sağlandığında çimlenmenin başlayabilmesi için tohum ilk olarak su alır. Su alan tohumda metabolik

olaylar gerçekleşmeye başlar. Tohumda endosperm veya çeneklerde depolanan besinler parçalanır. Parçalanma sonucu oluşan besin monomerleri, hücresel solunumda kullanılır ve böylece enerji üretimi artar. Bir süre sonra bitkide hücrelerin büyümesi ve mitoz bölünmeler hızlanır. Sonuçta embriyonik kök ve embriyonik gövde uzamaya başlayarak yeni bitkiyi (fide) oluşturur.

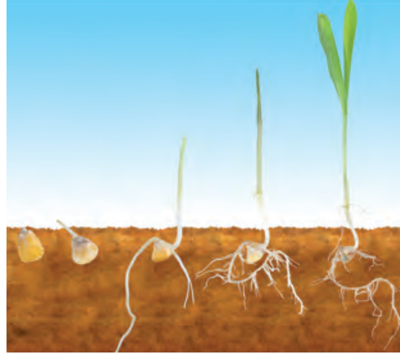
Bazı tohumlarda (genellikle tek çenekli bitkiler ve bezelye gibi bazı çift çenekli bitkiler) çimlenme sırasında çenek yapraklar toprak altında kalırken bazı tohumlarda (çift çenekli bitkilerin büyük bir kısmı ve soğan gibi bazı tek çenekli bitkiler) toprak üstüne çıkar (Resim 2.38). Çimlenme sırasında tohumda depolanan besin kullanıldığından ilk gerçek yapraklar çıkıncaya ve fotosentez başlayıncaya kadar tohumun kuru ağırlığı azalır.

3.7.1. ÇİMLENMEYE ETKİ EDEN ÇEVRE FAKTÖRLERİ

Su: Çimlenmenin başlayabilmesi için gerekli faktörlerden biri olan su, tohumun içindeki enzimlerin çalışmasının başlamasında ve hızlanmasında etkilidir. Su alan tohum, şişer ve çatlar. Tohumdaki hücreler büyür ve metabolizmaları hızlanır. Gereğinden fazla su ise tohumun oksijen almasını engelleyeceği için çürümesine neden olabilir.

Sıcaklık: Enzimlerin çalışma hızını etkileyen faktörlerden biri de sıcaklıktır. Dolayısıyla sıcaklık, tohumun çimlenmesinde de önemli bir faktördür. Birçok bitkinin çimlenmesi için uygun sıcaklık 25 °C civarıdır.

Oksijen: Çimlenme sırasında metabolizma hızı artan embriyo hücrelerinde oksijen ihtiyacı da artar. Henüz gerçek yapraklar çıkmadığından fotosentez başlamaz. Bu nedenle bitki, ihtiyacı olan oksijeni dışarıdan karşılar.



(a)



(b)



(c)

Resim 2.38 Tek çenekli mısır (a), çift çenekli bezelye (b) ve fasulyenin (c) çimlenmesi

Bunu biliyor musunuz?

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri tüm dünyayı olduğu gibi ülkemizi de önemli boyutta tehdit etmektedir. Önlem alınmazsa önümüzdeki 70-100 yıllık zamanda ülkemizin farklı bölgelerinde 3-5 °C'luk sıcaklık artışı olabileceği tahmin edilmektedir. Bu durum aşırı buharlaşmayı da tetikleyeceğinden kuraklığın artacağı öngörülmektedir. Küresel ısınma daha şimdiden son 20 yıl içinde ülkemizde 13 bitki türünün yok olmasına neden olmuştur. Bu hızla devam ederse ülkemizin bitki örtüsü büyük zarar görecek ve değişecektir. Bu değişiklik hayvanları da etkileyecek ve otçul türler besin kıtlığı yaşamaya başlayacak, kuşlar göç yollarını tekrar düzenlemek zorunda kalacaktır.

Bilim ve Teknik, Nisan 2011

OKUMA METNİ

ORGANİK TARIM

Organik Tarım Nedir?



Tarımda zirai ilaçlar ve hormon kullanımı sonucu doğal denge bozulmuştur. Doğal düşmanlarının yok olması sonucu zararlılarla mücadele giderek zorlaşmış, daha fazla ilaç kullanılarak kısır bir döngü oluşmuştur. Bu durum, insan ve doğadaki diğer canlıların sağlığını doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz yönde etkilemektedir. Sonuçta havayı, suyu ve toprağı kirletmeden erozyonu, toprağın tuzlulaşmasını, diğer hastalık ve zararlıların etkisini en aza indirecek tarımsal tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacı karşılayacak, doğaya dost üretim metodu "organik, ekolojik veya biyolojik tarım" olarak nitelendirilmektedir.

Organik tarım; insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen ve kimyasal girdi kullanılmayan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimidir. Organik tarımda ürün yetiştirilmesi ve hasat, işleme, tasnif, ambalajlama, etiketleme, muhafaza, depolama, taşıma ile ürünün tüketiciye ulaşmasına kadar olan diğer tüm işlemlerde, kimyasal madde veya tarım ilacı kullanılmamaktadır.

Organik Tarım Sisteminin Genel Prensipleri

Organik tarımda, bitkilerin ihtiyaç duydukları besin elementleri doğal kaynaklardan temin edilmektedir. Doğal kaynaklı gübrelerin başında kompost, çiftlik gübresi, boynuz ve tırnak tozları ile yeşil gübreler gelmektedir. Bu gübreler, dozunda ve uygun koşullarda kullanıldığında sentetik gübreler kadar etkili olmaktadır.

Organik tarım uygulamalarında doğal olarak bölgeye adapte olmuş, hastalıklara dayanıklı ve kaliteli ürün veren bölgesel çeşitlerin kullanımı tercih edilmektedir. En önemli organik tarım prensiplerinden biri de üretim alanlarında ekim nöbetlerinin yapılmasıdır. Çok yönlü ve dengeli bir ekim nöbeti uygulaması ile toprak verimliliği korunmakta, aynı tür hastalık ve zararlıların üretim alanına yerleşmesi engellenmekte ve sağlıklı bitkilerin elde edilmesi gerçekleştirilmektedir. Takip edilecek ekim nöbeti programlarında, uygun bir baklagil bitkisinin yer alması önemlidir.

Organik tarımda bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırmak için uygun ekim zamanı, ekim şekli, sulama, gübreleme ve bakım teknikleri hayata geçirilmektedir. Ayrıca doğada bitkilere zarar veren böcekleri yiyen doğal düşman dediğimiz canlıları tanıyıp korumak için önlemler alınmaktadır. Özellikle çevrede doğal düşmanların barınıp beslenebileceği bitkilerin bulunmasına dikkat edilmektedir. Zararlılara karşı etkili olduğu bilinen doğal düşmanlar, üretim alanına salınarak da biyolojik mücadele yapılabilmektedir. Gerekli durumlarda ruhsatlandırılmış organik pestisitler (tarım ilacı) de kullanılabilmektedir. Biyolojik mücadelede amaç, doğal dengeyi korumaktır.

Organik Tarım Yönetmeliği



Ülkemizde yürütülen organik tarım faaliyetleri, diğer ülkelerde olduğu gibi bu amaç için hazırlanmış olan bir yönetmelik ile yürütülmektedir. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanan yönetmelik, "Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik" adı ile yürürlüktedir. Türkiye'de organik ürünlerin üretilmesi, işlenmesi ve pazarlanması aşamalarında uyulması gereken konular bu yönetmelikte belirtilmiştir.

Organik tarım ürünleri sertifikalıdır ve "Organik olarak üretilmiştir." etiketi ile piyasaya sunulan ürünlerdir. Bu sertifika ve etiket, Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş kontrol ve sertifikasyon firmalarınca verilir. Üreticiler, üretimin belli aşamalarında bu firmalar tarafından ziyaret edilerek organik tarım prensiplerine uygunlukları yönünden denetlenir.

Organik ürünler arasında üzüm, incir ve kayısı gibi kurutulan meyvelerimiz yanında biber, brokoli, domates, fasulye, havuç, hıyar, ıspanak, kabak, karnabahar, karpuz, kavun, kereviz, maydanoz, pırasa, sarımsak, soğan gibi birçok yaş sebze ve meyve türleri; sert kabuklu yemişler; baklagil türleri; gül ve gül ürünleri ile pamuk bulunmaktadır.

Sertifika ve Logoya Dikkat!

Organik ürünler, organik ürün satan mağaza ve marketlerde, organik pazarlarda bulunabilir. Organik ürünlerdeki organik tarım logosu, insan ve çevre sağlığını koruyan üretim tekniklerinin kullanıldığının garantisidir. Ayrıca tüketici, aldığı ürüne ait sertifika ile ürünün kim tarafından, nerede, nasıl, üretildiğini sorgulayabilir. Üzerlerinde "%100 doğal, hormonsuz, hakiki, köy ürünü, saf" gibi ifadeler yazan ürünler her zaman organik ürün değildir. Bu nedenle organik ürün alırken mutlaka ürünlerin üzerindeki etiket ve logoya dikkat edilmelidir.



ORGANİK TARIM ETİKET BİLGİLERİ	
Adı	
Sertifika statüsü	
Hasat yılı	
Kime ait olduğu ve organik tarım mevzuatına uygun olarak üretilmiş olduğu belirtilmelidir.	
Organik tarım logosu (Yönetmelikte belirtilen şekilde)	
Yetkilendirilmiş kuruluşun adı, kodu, ürün sertifika numarası, logosu	
İçindekiler	
Menşei	
Üretim yeri, üretim ve son kullanma tarihi	
İthal üründe mutlaka Türkçe etiket bilgileri	

http://www.tarimtv.gov.tr
http://www.tarim.gov.tr
(Derlenmiştir.)

3. ETKİNLİK: ÇİÇEĞİN YAPISI



Amaç: Çiçeğin kısımlarının incelenmesi

Araç Gereç: gül, karanfil, gelincik, elma, lale, sardunya, begonya vb. bitkilerin çiçek örnekleri, bistüri, beyaz kâğıt, büyüteç, toplu iğne, ışık mikroskobu

Uygulama









1. Laboratuvara getirdiğiniz çiçekleri aşağıdaki basamakları izleyerek dikkatle inceleyiniz. Çiçeklerin bütün kısımlarını tanımaya çalışınız:

   a) Çiçeklerin taç ve çanak yapraklarını teşhis ederek onları çiçek tablasından dikkatlice koparınız. Kopardığınız parçaları incelemek üzere kâğıt üzerine sırasıyla diziniz.

   b) Erkek ve dişi organları teşhis ederek onların çiçek tablasındaki konumlarını inceleyiniz.

   c) Erkek organları dikkatlice kopararak kâğıt üzerine alınız. Büyüteç yardımıyla kısımlarını inceleyip tanımlayınız.

   ç) Çiçeklerdeki dişi organları dikkatlice çiçek tablasından ayırarak kâğıt üzerine alınız. Büyüteç yardımıyla kısımlarını inceleyip tanımlayınız.

   d) Dişi organı, bir bistüri yardımıyla tepeciğinden yumurtalığa doğru çekerek dikkatlice ikiye ayırınız. Büyüteç yardımıyla iç kısmını inceleyiniz.

   e) Erkek organının başçığı iri olan çiçeklerden birini seçiniz. Lam üzerine bir damla su damlatarak çiçeğin başçıklarından birini iğne yardımıyla delip polenlerini lam üzerine dökünüz. Üzerine lamel kapatıp preparatı mikroskopta inceleyiniz.

Sonuç

1. Çiçekler üzerinde gözlemlediğiniz ve kâğıt üzerinde sıraladığınız kısımları defterinize yazarak bunların görevlerini kısaca açıklayınız.
2. Defterinize dişi organ ve erkek organın şeklini çizerek kısımlarını gösteriniz.

4. ETKİNLİK: DİKOTİL VE MONOKOTİL BİTKİLERDE TOHUM YAPISI



Amaç: Dikotil ve monokotil bitkilerde tohum morfolojisinin incelenmesi ve karşılaştırılması

Araç Gereç: fasulye tohumu, mısır tohumu, büyüteç, bistüri, petri kabı, pamuk, kap

Uygulama

1. Etkinlikten bir gün önce tohumları suda bekletiniz.

☞ *Mısır tohumlarını önceden 5 dk. haşlamış olmanız daha rahat inceleyebilmenizi sağlayacaktır.*

2. Fasulye tohumunun dış kabuğunu çıkararak çeneklerini birbirinden ayırınız.

3. Mısır tohumunu, embriyoya zarar vermeden bistüri ile keserek açınız.

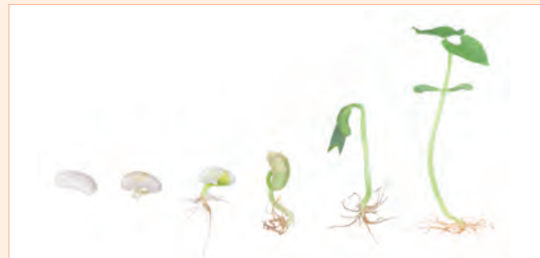
4. Fasulye ve mısır tohumlarındaki embriyoyu dikkatlice çıkartarak yapılarını, beyaz kâğıt üzerine koyduğunuz petri kabının içinde büyüteçle inceleyiniz.

Etkinlikten bir hafta önce sınıfa getirdiğiniz iki ayrı kap içerisinde, ıslak pamuk tabakası arasında fasulye ve mısırı çimlenmeye bırakınız. Bir hafta boyunca her gün çimlenen tohumları inceleyiniz.

Sonuç

1. Çimlenmiş olan tohumların kısımlarını aşağıdaki resimlerle karşılaştırınız. Farklılıklarını tartışınız.





2. Tohumlarda gözlemlediğiniz kısımları, aşağıda verilen kavramları kullanarak şekiller üzerinde gösteriniz.

tohum kabuğu, kök ucu, çenek, gövde ucu, endosperm



3. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "bitkilerde eşeyli üreme" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. generatif hücre	2. endosperm	3. tüp hücresi
4. antipot hücreler	5. tepecik	6. sinerjit hücreler
7. tozlaşma	8. yumurta hücresi	9. başçık
10. mikrospor ana hücresi	11. kozalak	12. mikropil

a) Çiçeğin dişi organında tohum taslağının üzerindeki örtüyü oluşturan tabakalar arasındaki açıklığa .... adı verilir.

b) Çiçeğin erkek organında olgunlaşan polenlerin böcekler, kuşlar, rüzgâr, su gibi etkenlerle dişi organın tepecik kısmına taşınmasına .... denir.

c) Açık tohumlu bitkilerin üreme organlarına .... adı verilir.

ç) Polen, iki hücreden oluşmaktadır: .... ve ....

d) Tohumda karbonhidrat, yağ veya protein gibi besin maddelerinin depolandığı dokuya .... adı verilir.

e) Bitkilerde erkek üreme hücrelerinin üretimi ve depolanması, ... adı verilen kısımda gerçekleşir.

f) Bitkilerde dişi üreme organında embriyo kesesi içinde mikropil tarafında kalan üç hücreden yandaki iki hücre .... adını alır.

2. Basit ve bileşik meyve ne anlama gelmektedir? Örnek veriniz.

....

....

....

3. Çimlenmeye etki eden faktörler nelerdir? Kısaca açıklayınız.

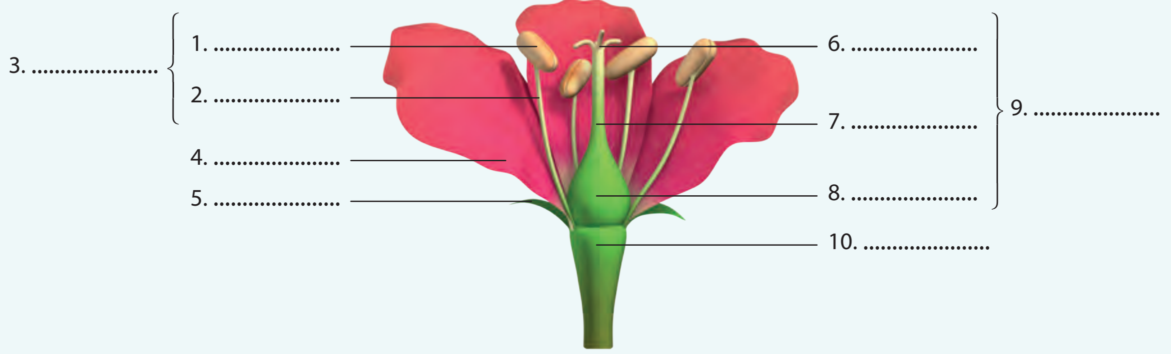
....

....

....

4. a) Aşağıda tam çiçek yapısını gösteren bir şekil verilmiştir. Şekil üzerinde numaralandırılmış bölümleri, verilen kavramları kullanarak tamamlayınız.

dişi organ, tepecik, dişicik borusu, çanak yaprak, sapçık, taç yaprak, erkek organ, başçık, çiçek sapı, yumurtalık



b) Şekilde numaralarla gösterilen kısımların görevlerini kısaca açıklayınız.

1. ....

2. ....

3. ....

4. ....

5. ....

6. ....

7. ....

8. ....

9. ....

10. ....

5. Aşağıda verilen çiçekli bir bitkinin üremesine ilişkin aşamaları, gerçekleşme sırasına göre numaralandırınız.

☐ Tohum oluşumu

☐ Tozlaşma

☐ Meyve oluşumu

☐ Dişi ve erkek gametlerin oluşumu

☐ Tohumun çimlenmesi ve genç bitkinin oluşması

☐ Döllenme

II. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler için "doğru" veya "yanlış" seçeneğini işaretleyiniz.

	Doğru	Yanlış
1. Ksilemdeki madde taşınması, floemdeki taşınmaya oranla daha hızlıdır.	◯	◯
2. Kurak ortam bitkilerinde kütikula incedir.	◯	◯
3. Kollenkima hücreleri canlıdır.	◯	◯
4. Kaliptra, gövde ucu meristemindeki embriyonik hücreleri korur.	◯	◯
5. Soymuk borusu hücreleri canlıdır ve bunların bölünme yetenekleri vardır.	◯	◯
6. Sitokinin hormonu, sekonder meristemin aktif hâle gelmesini sağlar.	◯	◯
7. Absisik asit hormonu, olumsuz koşullardaki tohumun çimlenmesini engeller.	◯	◯
8. Nasti hareketleri, uyaranın yönüne bağlı olmadan gerçekleşir.	◯	◯
9. Yer çekiminin etkisi ile kökün, toprağın derinliklerine doğru büyümesi nasti hareketine örnektir.	◯	◯
10. Meristem doku hücreleri büyük ve az sayıda merkezî kofula sahiptir.	◯	◯
11. Stoma, aydınlık ortamda açılırken karanlık ortamda kapanır.	◯	◯
12. Bitki köklerinde bulunan parankima hücreleri besin depolayabilir.	◯	◯
13. Kurak ortam bitkilerinde, kök ozmotik basıncı düşüktür.	◯	◯
14. Lentisel, odunsu gövdelerde gaz alışverişini sağlar.	◯	◯
15. Yumurtalık, döllenmenin ardından meyveyi oluşturur.	◯	◯
16. Tohumun çimlenmesi sırasında kuru ağırlığı değişmez.	◯	◯
17. Nemli ortamlarda ksilemdeki taşıma hızlanır.	◯	◯
18. Hidatotlarda, gutasyon ile atılan sıvıda su ve mineraller bulunur.	◯	◯
19. Etilen hormonu, meyve olgunlaşmasını sağlar.	◯	◯
20. Polene ait olan vejetatif ve generatif çekirdekler, aynı kalıtsal yapıya sahiptir.	◯	◯
21. Tohumun içindeki embriyo ile tohumu taşıyan meyve, aynı kalıtsal yapıdadır.	◯	◯
22. Endosperm 3n kromozomludur.	◯	◯
23. Tohumun çimlenmesi için su, oksijen ve uygun sıcaklık gerekir.	◯	◯
24. Sekonder meristem bitkinin enine kalınlaşmasını sağladığından primer floem ile primer ksilem arasındaki mesafe artar.	◯	◯
25. Tek evcikli bitkilerde dişi ve erkek üreme hücrelerini üreten çiçekler, farklı bitkilerin üzerinde bulunur.	◯	◯
26. Damar kambiyumu, kök ve gövdenin enine kalınlaşmasını sağlar.	◯	◯

B. Aşağıdaki tabloda, "bitki biyolojisi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. lentisel	2. palizat parankiması	3. stoma	4. tepecik
5. dişicik borusu	6. kollenkima	7. kaliptra	8. nodül
9. sklerenkima	10. petiyol	11. sünger parankiması	12. mezofil tabakası
13. koleoptil	14. emergens	15. nodyum	16. hidatot

1. Kök ucu meristemi, kökün ucunda .... adı verilen kısım ile korunur.
2. Epidermisin farklılaşması ile oluşan ve bitkilerin hayvanlardan korunmasını sağlayan sivri yapılara .... adı verilir.
3. Gövde üzerinde yaprakların çıktığı bölgelere .... adı verilir.
4. Periderm oluşumundan sonra gövde ve kökün iç kısmında bulunan hücrelerde gaz alışverişinin gerçekleşmesi için peridermin üzerinde .... adı verilen açıklıklar oluşur.
5. Yaprakta üst ve alt epidermis tabakalarının arasında kalan bölüme .... adı verilir. Bu tabaka iki kısımdan oluşur: .... ve ....
6. Nemli ve sıcak ortam bitkilerinin yapraklarında epidermisin farklılaşmasıyla oluşan, terleme ile atılamayan fazla su ve suda çözünmüş minerallerin dışarı atıldığı yapılara .... adı verilir.
7. Bitkilerde dişi organın polenlerin üzerine yapıştığı kısmına .... , polenin tohuma ulaşmak için polen tüpünü uzattığı kısmına ise .... adı verilir.
8. Bitkilerde temel doku çeşitlerinden .... hücrelerinin çeperlerinde pektin ve selüloz, ... hücrelerinin çeperlerinde ise lignin birikimi sonucu kalınlaşmalar görülür.

C. Aşağıdaki tabloda verilen tropizma hareketleri ile açıklamaları eşleştiriniz.

Tropizma Hareketleri	Açıklamaları
1 Fototropizma	a) Bitkilerde yer çekimine bağlı olarak ortaya çıkan yönelme hareketidir.
2 Haptotropizma	b) Bitki köklerinin suya doğru gösterdiği yönelme hareketidir.
3 Travmatropizma	c) Bitkilerde hareketin sebebinin kimyasal maddeler olduğu hareket şeklidir.
4 Hidrotropizma	ç) Bitkilerde ışığın yönüne bağlı olarak gerçekleşen yönelme hareketidir.
5 Gravitropizma	d) Bitkilerde dokunmaya karşı oluşan yönelme hareketidir.
6 Kemotropizma	e) Yaralanmaların veya engellerin neden olduğu tropizma şeklidir.

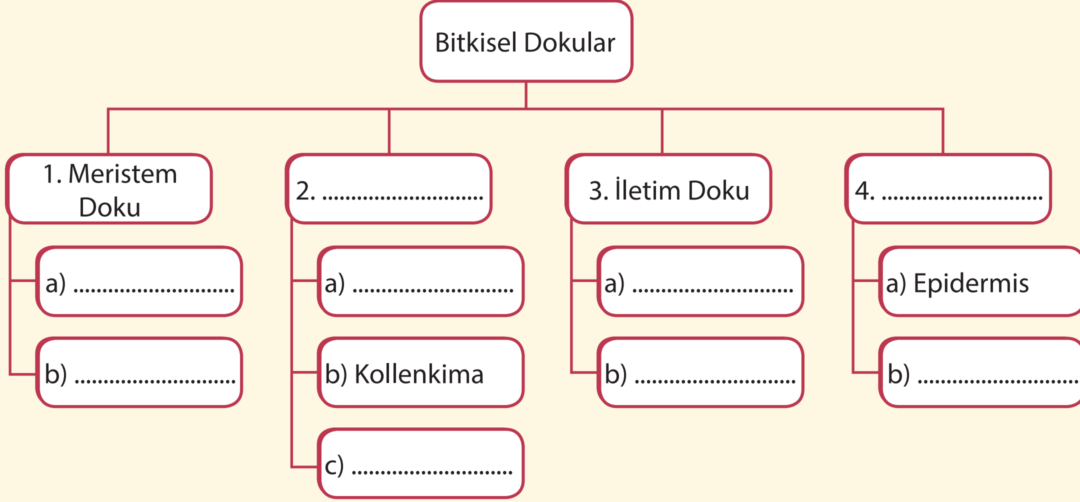
D. Stomaların açılıp kapanma mekanizmasını açıklayınız.

....

....

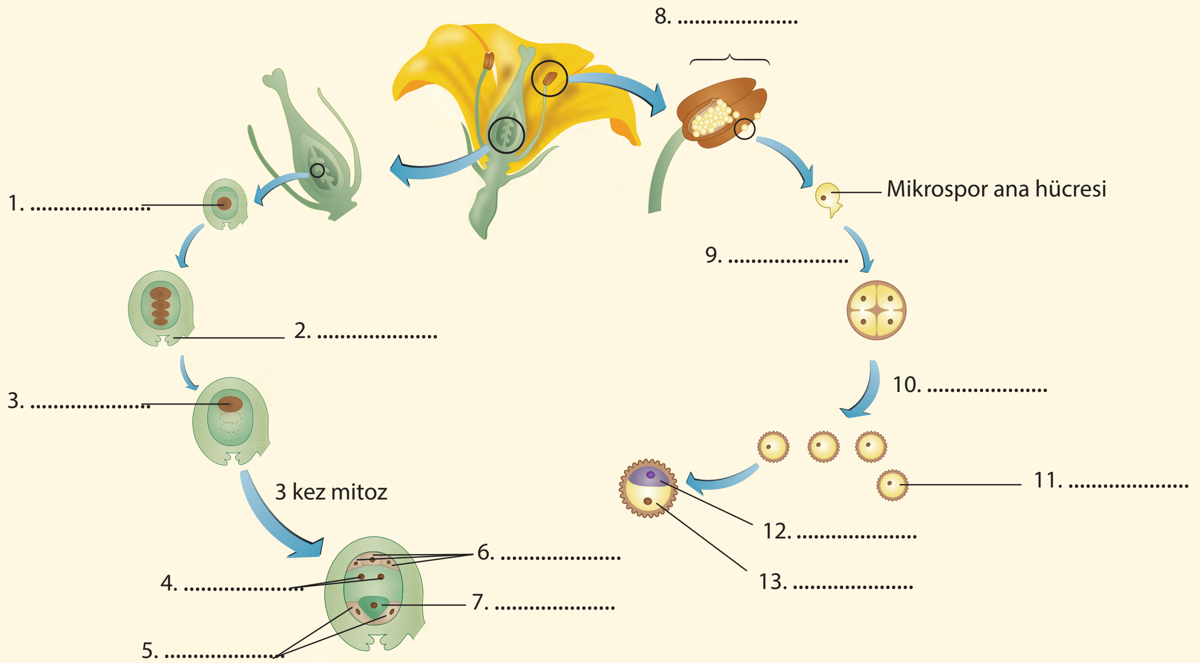
....

E. Aşağıdaki bitkisel doku çeşitlerini gösteren diyagramı uygun kelimelerle tamamlayınız.



F. Aşağıda, bitki hücrelerinde eşey hücrelerin oluşma süreçleri ile ilgili bir çizim verilmiştir. Çizim üzerindeki numaralandırılmış bölümlere, verilen kavramlardan uygun olanları yazınız.

başçık, mitoz, vejetatif hücre, polar çekirdekler, generatif hücre, antipot hücreler, polen, megaspor, yumurta, makrospor ana hücresi, mikropil, sinerjit hücreler, mayoz



II. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. Aşağıdaki bitkisel dokulardan hangisi bitkinin embriyonik gelişiminden itibaren boyuna uzamayı sağlar?

A) Birincil meristem

B) İkincil meristem

C) Parankima

D) Epidermis

E) Kollenkima

2. Meristem doku hücreleri için;

I. Canlı

II. Bölünme özelliğinde

III. Hücre çeperleri ince

IV. Büyük kofullu

özelliklerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3. Stoma ve lentilsel açıklıkları ile ilgili olarak;

I. Açılıp kapanabilme özelliğinde olma

II. Periderm üzerinde bulunma

III. Gaz alışverişini sağlama

IV. Fotosentez yapabilme

özelliklerinden stoma ve lentisele ait olanlar aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

	Stoma	Lentisel
A)	I, III ve IV	II ve III
B)	I ve III	II ve IV
C)	II, III ve IV	I, II ve III
D)	I, II ve IV	II ve III
E)	III ve IV	II, III ve IV

4. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerin kurak ortama uyum sağlamasını kolaylaştıran adaptasyonlardan <u>değildir</u>?

A) Yapraklardaki kütikula tabakasının kalın olması

B) Yapraklardaki tüyler

C) Yaprakların dar yüzey alanına sahip olması

D) Aşırı sıcakta ve kuru havada stomaların kapanması

E) Stoma sayısının çok olması

5. Bitkilerde iletim demetlerinde gerçekleşen madde taşınması ile ilgili olarak;

I. Ksilemde taşıma sırasında enerji harcanmaz.

II. Ksilemde taşıma tek yönlüdür.

III. Floemde taşıma sadece yukarıdan aşağıya doğru gerçekleşir.

IV. Floemde taşıma sırasında kalburlu boru ve arkadaş hücreleri görev alır.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

6. Epidermis ile ilgili olarak;

I. Sitoplazması az, kofulları büyük hücreleri bulunur.

II. Yapraklarda stomaları oluşturur.

III. Hücreler arası boşlukları fazladır.

IV. Mitoz bölünme ile büyür.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

7. Bitkilerde sitokinin hormonu ile ilgili olarak;

I. Kökte sentezlenir ve ksilem ile üst organlara taşınır.

II. Bitkinin kalınlaşmasında etkilidir.

III. Yaprak dökümünü geciktirir.

IV. Tohumun çimlenmesini sağlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

8. Bitkisel dokulardan kollenkima ile ilgili olarak;

I. Canlı hücrelerden oluşur.

II. Hücrelerinde kloroplast bulunur.

III. Bükülebilme ve esneklik özellikleri vardır.

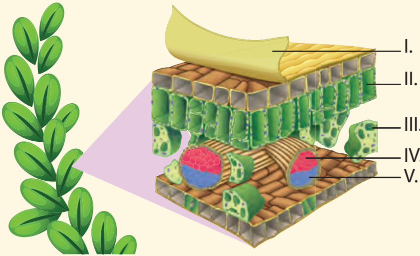
IV. Tek yıllık otsu bitkilere özgüdür.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

9.



Yukarıdaki şekilde yaprağın enine kesiti gösterilmektedir. Buna göre topraktan emilen su ve mineraller yaprağa kaç numaralı yapı ile getirilmektedir?

A) I B) II C) III D) IV E) V

10. Bitkilerde stoma açıklığının artmasına;

I. Işık miktarının artması

II. Hava akımının artması

III. Havanın neminin artması

olaylarından hangisi ya da hangilerinin etkisi vardır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

11. Bitkilerde gerçekleşen hareket çeşitleri ile ilgili olarak;

I. Gövde ucunun ışığa doğru yönelmesi

II. Küstüm otu bitkisine dokunulduğunda yapraklarını kapatması

III. Bitki köklerinin toprakta gübre olan yere doğru yönelmesi

IV. Lale bitkisinin hava ısınınca açması

özelliklerinden hangileri tropizma hareketidir?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

12. Çiçeğin kısımları ile ilgili olarak;

I. Taç yapraklar, güzel renkli ve kokulu olduklarından böcekleri çeker.

II. Dişi organda, mayoz bölünme ile polen üretilir.

III. Çanak yaprak genellikle yeşil renklidir, çiçeğin diğer kısımlarını taşır ve tomurcuk hâlindeyken korur.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

13. Bitki kökleri ile mantarlar arasındaki birlikteliğe mikoriza denir.

Mikoriza ile ilgili olarak;

I. Su ve minerallerin alımını artırır.

II. Mantar hücreleri, bitki hücreleri ile birlikte fotosentez yapar.

III. Mantar, bitkinin paraziti olarak yaşar.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

14. Bitkilerde görülen tropizma ve nasti hareketleri ile ilgili;

I. Oksin hormonunun düzensiz dağılımından kaynaklanır.

II. Uyaranın yönüne bağlı olarak gerçekleşir.

III. Pasif hareket şeklinde gerçekleşir.

yargılarından hangisi ya da hangileri ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

15. Çiçekli bir bitkinin üreme periyodu sırasında;

I. Gamet oluşumu

II. Tohum oluşumu

III. Tozlaşma

IV. Döllenme

olaylarının gerçekleşme sırası nasıldır?

A) I-II-III-IV B) I-III-IV-II

C) I-IV-III-II D) I-III-II-IV

E) III-I-IV-II

16. Kökten emici tüylerle alınan suyun ve minerallerin topraktan alınıp ksileme kadar taşınması ile ilgili olarak;

I. Suyun taşınması osmoz ile gerçekleşir.

II. Mineraller topraktan aktif taşıma ile alınabilir.

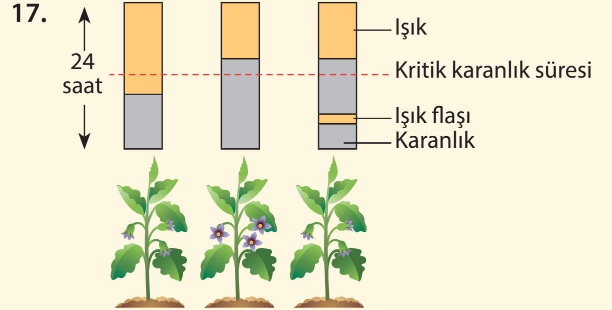
III. Toprakta alınan su ve minerallerin bir kısmı hücreden hücreye uzanan sitoplazmik bir kanal ile taşınır.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

17.



Yukarıda bir bitkinin gün içindeki ışık alma süreleri ve çiçeklenme durumları gösterilmiştir.

Buna göre;

I. Kullanılan bitki, kısa gün bitkisidir.

II. Çiçeklenmede etkili olan uzun ve kesintisiz bir gece süresidir.

III. Bitkinin çiçek açması için en az 16 saat ışık alması gerekir.

açıklamalarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

18. Bitkiler taşıdıkları çiçeklerin cinsiyetleri ve bu çiçeklerde bulunan gamet çeşitlerine göre farklı şekilde sınıflandırılabilir. Örneğin;

I. Hem dişi hem erkek gametleri bulunduran çiçekleri taşıyan bitkiler

II. Dişi ve erkek gametleri taşıyan farklı cinsiyetteki çiçeklerin bir arada bulunduğu bitkiler

III. Dişi ve erkek çiçeklerin farklı bitkiler üzerinde bulunduğu bitkiler

Yukarıda açıklanan bitki çeşitlerinden tam çiçek, tek evcikli bitki ve iki evcikli bitki olanları hangisinde doğru eşleştirilmiştir?

	Tam çiçek	Tek evcikli	İki evcikli
A)	I	II	III
B)	I	III	II
C)	II	I	III
D)	II	III	I
E)	III	I	II

19. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde epidermisin farklılaşmasıyla oluşan yapılardan biri <u>değildir</u>?

A) Emergens B) Stoma C) Lentisel

D) Tüy E) Hidatot

20. Meyve ile ilgili olarak;

I. Tohumun yayılmasını kolaylaştırır.

II. Tohum içindeki embriyo için besin depolar.

III. Tohumu dış etkilerden korur.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve III

D) I ve III E) I, II ve III

21. Çiçekli bitkilerle ilgili olarak;

I. Çenekler

II. Endosperm

III. Tohum kabuğu

IV. Meyve

yapılarından hangisi ya da hangilerinin kalıtsal yapısı tohum içindeki embriyo ile kesinlikle aynıdır?

A) Yalnız I B) I ve III C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

22. I. Generatif çekirdek, mitoz bölünme geçirerek sperm çekirdeklerini oluşturur.

II. Polen, tepecik kısmına yapışır.

III. Vejetatif çekirdek uzayarak polen tüpünü oluşturur.

Tozlaşma ve döllenme sırasında gerçekleşen yukarıdaki olayların gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) I-II-III B) I-III-II C) II-I-III

D) II-III-I E) III-I–II

23. Çiçekli bir bitkinin üremesi sırasında görülen;

I. Embriyo

II. Endosperm

III. Meyve

IV. Çenek

kısımlarının hangisi ya da hangilerinin kromozom sayısı bitkinin yaprağındaki kromozom sayısından farklıdır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

24. Çiçekli bitkilerdeki üreme şekillerinden;

I. Vejetatif üreme

II. Çapraz tozlaşma

III. Kendi kendine tozlaşma

ile oluşan bireylerde görülen kalıtsal çeşitlilik olasılıkları, büyükten küçüğe doğru hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) I-II-III B) I-III-II C) II-I-III

D II-III-I E) III-I–II

25. Toprağa ekilen bir tohumun büyüyerek kendisinin de tohum oluşturması sürecinde;

I. Mitoz bölünme

II. Farklılaşma

III. Fotosentez

IV. Mayoz bölünme

olaylarından hangisi ya da hangileri görülür?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

26. Tohumun çimlenmesi sırasında;

I. Kuru ağırlığın azalması

II. Fotosentez hızının artması

III. Giberellin salgısının artması

IV. Mitoz bölünmelerin hızlanması

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

27. Kök ucunda bulunan embriyonik apikal meristem hücrelerini koruyan ve bunların toprak içinde ilerlemesini kolaylaştıran yapı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Kaliptra B) Stoma

C) Kambiyum D) Tüy

E) Kollenkima

28. Aşağıdakilerden hangisi bitkisel hormonların tarım ve ticari alanda kullanımına örnek <u>verilemez</u>?

A) Olgunlaşmadan toplanan meyvelerin taşındıktan sonra olgunlaştırılması

B) Çekirdeksiz üzüm vb. meyve üretilmesi

C) Gövde, yaprak gibi organların köklenmesi sağlanarak çelikle üretiminin yapılması

D) Yaprak dökümünün geciktirilmesi

E) Yaprak dökümünün hızlandırılması

29. Bitkinin yapısında bulunan parankima doku;

I. Kurak ortam bitkilerinde su depolama

II. Yaprağın mezofil tabakasında fotosentez yapma

III. Su ve bataklık bitkilerinde hücreler arası boşluklarında hava depolama

gibi görevlerden hangisi ya da hangilerini gerçekleştirebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

30. Bitkilerde üreme sürecinde gözlemlenen çift döllenme ile ilgili olarak;

I. Yumurta, bir sperm çekirdeği tarafından döllenir.

II. Polar çekirdeklerin ikisi, tek bir spermle döllenir.

III. Açık tohumlu bitkilere özgüdür.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

III. ÜNİTE

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ



Yeryüzünde sucul ve karasal ortamlarda milyonlarca canlı yaşamaktadır. Bu canlılar birbirleriyle ve çevreleriyle sürekli bir ilişki içindedirler. Ekoloji, bu ilişkileri inceleyen bilim dalıdır.

Bu ünitede bir arada yaşayan farklı türden canlıların birbirleriyle ilişkileri ve aynı türe ait bireylerin oluşturdukları toplulukların yapısı anlatılacak, çevreleriyle veya diğer canlılarla ilişkilerinin bozulması sonucunda nesli tükenen canlılara örnekler verilecektir.





1. BÖLÜM
KOMÜNİTE EKOLOJİSİ

Arka plandaki resimde, Afrika'da küçük bir su birikintisinin olduğu bir alanda birlikte yaşayan canlılar görünmektedir. Bu örnekte olduğu gibi ortak yaşam alanına sahip farklı türden canlıların oluşturdukları topluluklara *komünite* adı verilir.

Bu bölümde komünitenin yapısı, komüniteyi oluşturan canlılar arasındaki ilişkiler ve komünitelerdeki değişimler anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Komünite
2. Simbiyoz
3. Mutualizm
4. Rekabet
5. Parazitlik
6. Süksesyon
7. Ekoton
8. Baskın tür

1. KOMÜNİTE EKOLOJİSİ

1.1. KOMÜNİTENİN YAPISI

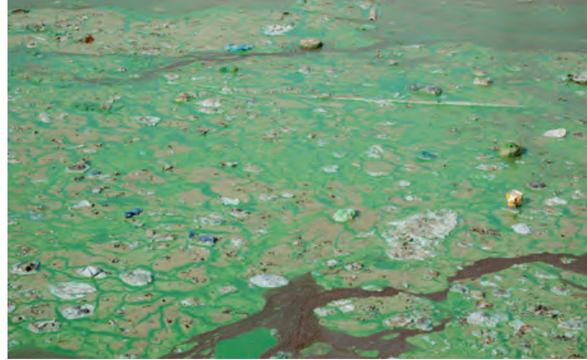
Çevrenizi gözlemlediğinizde, canlıların birbirleri ve çevrelerindeki cansız varlıklarla sürekli etkileşim hâlinde olduğunu fark edersiniz.

Sınırlı bir çevre içinde bulunan ve farklı türde canlıların oluşturduğu topluluklara **komünite** adı verilir. Komünite içinde yaşayan canlılar birbirleriyle rekabet, simbiyoz ilişki gibi etkileşimlerde bulunabilir. Örneğin; İğne Ada'da yaşayan bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar; Burdur Gölü'nde yaşayan canlılar; insan sindirim sisteminde yaşayan mikroorganizmalar birer komünitedir. Bir komünite, başka bir komünite ile komşu olabilir, başka bir komüniteyi kapsayabilir veya komünitenin bir bölümü başka bir komünite ile kesişiyor olabilir.

Komünitelerin içerdiği tür sayıları farklılık gösterebilir, buna **tür çeşitliliği** adı verilir. Tür çeşitliliğini etkileyen çeşitli faktörler olabilir. Bunlar yağış, nem, sıcaklık, ışık gibi cansız faktörler olabileceği gibi avcı veya av sayısı, rekabet içindeki türler gibi canlı faktörler de olabilir. Örneğin, ekvator bölgelerindeki ormanlarda tür çeşitliliği fazlayken kutuplarda tür çeşitliliği çok daha azdır. Karasal ortamlarda tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktör, enlem bölgelerindeki farklılıklardır. Çünkü ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe değişen enlem derecelerine bağlı olarak güneş ışınlarının geliş açısı değiştiğinden sıcaklık, mevsimler, gece gündüz arasındaki zaman farkı, bitki örtüsü çeşitliliği, akarsu rejimleri, toprak yapısı ve toprağın karla örtülü olma süresi değişir. Karasal komünitelerin tür çeşitliliği de bu faktörlere bağlı olarak farklılık gösterir. Sucul komünitelerde ise tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktörler, suyun derinliği ve temizliğidir (Resim 3.1). Işığın suyun derinliklerine ulaşabilme oranı, su içindeki tür çeşitliliğini önemli ölçüde etkiler. Güneş ışınlarının ulaşabildiği yerlerde sıcaklık, canlıların yaşayabilmesi için uygun olur. Ayrıca ışığı kullanarak fotosentez yapan üretici canlıların sayısı da arttığından tür çeşitliliği de fazladır. Işığın ulaşmadığı bölgelerde ise tür çeşitliliği çok daha azdır. Aynı şekilde kirliliğin fazla olduğu sularda da tür çeşitliliği azdır (Resim 3.2).



Resim 3.1 Sucul komünitelerde tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktörler, derinlik ve temizliktir.



Resim 3.2 Su kirliliği, suyun içinde yaşayan canlı çeşitliliğini azaltır.

Komüniteler keskin bir şekilde birbirlerinden ayrılmazlar ve birbirleriyle kesişim bölgeleri oluştururlar. Bu kesişim bölgelerine **ekoton** adı verilir. Ekoton, her iki komüniteye ait canlıları barındırdığından buralarda tür çeşitliliği daha çoktur. Bu canlıların değişen çevre koşullarına

toleransları fazladır ve birey sayıları azdır. Nehirlerin denizlere döküldüğü yerler, ekoton bölgelerine örnek verilebilir. Bu alanlarda hem deniz canlıları hem de tatlı su canlıları yaşayabilir.

Komüniteyi oluşturan canlılar arasında karşılıklı etkileşimler söz konusudur (Tablo 3.1). Bu etkileşimleri genel olarak pozitif, negatif ya da nötr etkileşimler olarak sınıflandırabiliriz. Başlıca etkileşim çeşitleri rekabet, av-avcı ilişkileri ve simbiyoz yaşam şekilleridir. Bu canlı etkileşimlerinde bazen iki canlı da yarar sağlar. Bazen de canlılardan biri bu etkileşimden yarar sağlarken diğeri zarar görebilir veya etkilenmeyebilir.

Tablo 3.1 Komüniteyi Oluşturan Canlılar Arasındaki Etkileşimler

Etkileşim Tipi	1. Canlı Üzerine Etkisi	2. Canlı Üzerine Etkisi
Rekabet	–	–
Av-Avcı	+	–
Mutualizm	+	+
Kommensalizm	+	0
Parazitizm	+	–
Amensalizm	0	–

(+): yarar görür, (–): zarar görür, (0): etkilenmez.

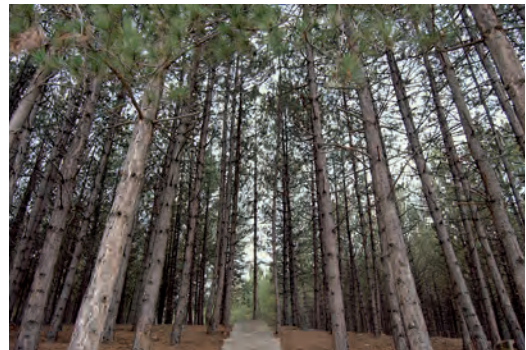
1.2. KOMÜNİTELERDE REKABET VE AV-AVCI İLİŞKİSİ

1.2.1. REKABET

Sınırlı kaynakların bulunduğu ortamda yaşayan canlılar arasında, bu kaynakların kullanımı için rekabet görülür. Rekabet, aynı tür canlılar arasında görülebileceği gibi farklı tür canlılar arasında da görülebilir. Örneğin, aynı tohum ile beslenen kuş türleri bu tohumlar için; aslan, kaplan gibi yırtıcılar ise avladıkları tavşan gibi otçullar için rekabet ederler (Resim 3.3a). Ayrıca bitkilerde de rekabet görülebilir. Topraktaki su ve minerallerden faydalanabilmek için köklerini daha derinlere uzatan bitkiler, güneş ışığından daha fazla faydalanmak için sürgün sistemlerini daha yukarılara uzatarak hem kendi aralarında hem de çevrelerindeki diğer bitkiler ile rekabet ederler (Resim 3.3b).



(a)

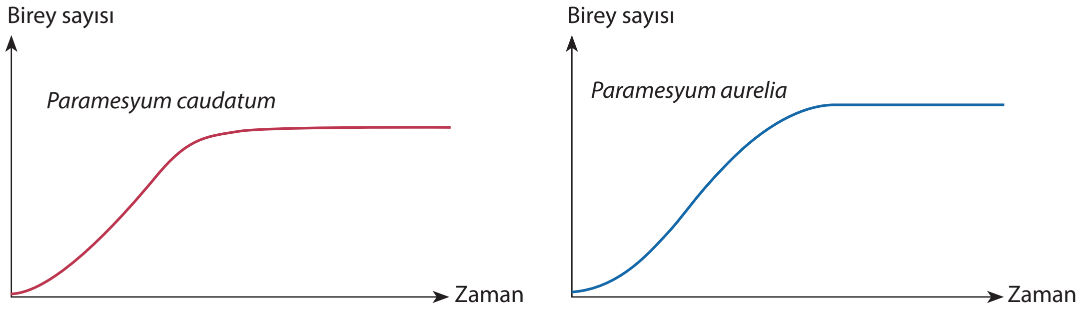


(b)

Resim3.3 (a) İki antilobun besin, üreme vb. için rekabeti, (b) Bitkilerin güneş ışığı için rekabeti

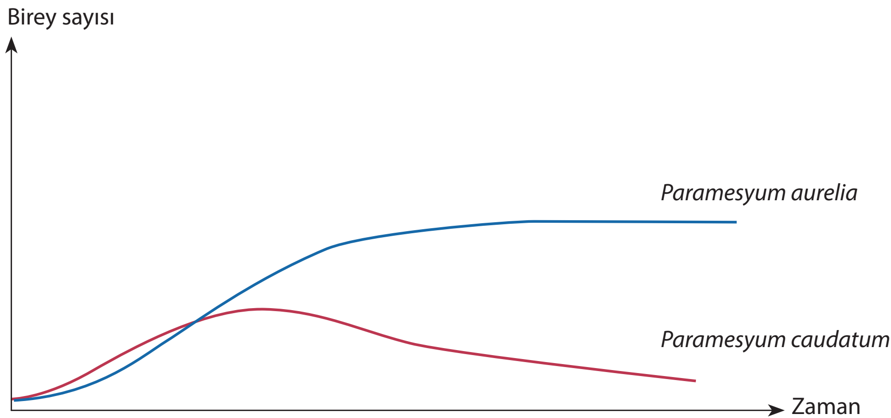
Birbirleriyle rekabet eden iki türden ikisi de bu rekabetten genellikle zarar görür. 1934 yılında Rus ekolog Georgy Gause (Corcy Gous, 1910-1986), iki farklı paramesyum türü üzerinde yaptığı deneylerde, rekabetin türler üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı, çalışma yaptığı *Paramesyum caudatum* (Paramesyum kaudatum) ve *Paramesyum aurelia* (Paramesyum aurelya) türlerini ilk olarak ayrı ayrı kültürlerde yetiştirmiş ve her gün düzenli olarak sabit besin verdiğinde her iki popülasyonun da sayısının hızla arttığını ve bir süre sonra dengeye ulaştığını gözlemlemiştir (Grafik 3.1).

Grafik 3.1 Farklı Ortamlara Konulan İki Türün Birey Sayısındaki Değişim



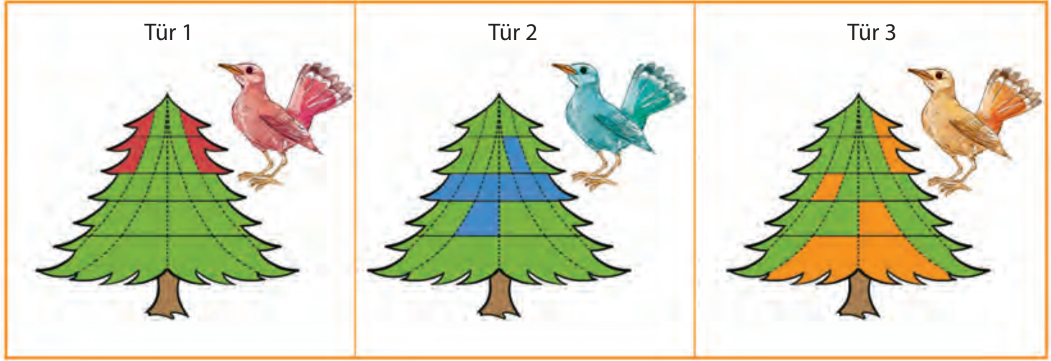
Gause, iki türü bir araya koyduğunda ise besin için türler arası rekabet görmüştür. Sonuçta *Paramesyum aurelia* türü yaşamaya devam ederken *Paramesyum caudatum* türü yok olmuştur (Grafik 3.2). Bir başka deyişle kaynakları daha iyi kullanan *Paramesyum aurelia,* rekabeti kazanarak yaşamaya devam etmiş, *Paramesyum caudatum* ise ortamdan elenmiştir. Gause'un buradan çıkardığı sonuç, sınırlı kaynaklar için rekabet eden türlerin aynı ortamda birlikte bulunamayacağıdır. Günümüzde ekologlar, Gause'un bu bulgusunu **rekabette elenme prensibi** olarak adlandırmaktadırlar.

Grafik 3.2 Aynı Ortama Konulan İki Türün Birey Sayısındaki Değişim



Rekabette temel olan, iki türün ekolojik gereksinimlerinin yani *ekolojik nişlerinin* aynı olmasıdır. **Ekolojik niş**, türün çevresindeki canlı ve cansız kaynakları kullanabilmesi ile ilgili durumların tamamı olarak tanımlanabilir. Daha pratik bir tanımla ekolojik niş, "canlının yaşadığı habitattaki ekolojik işi"dir.

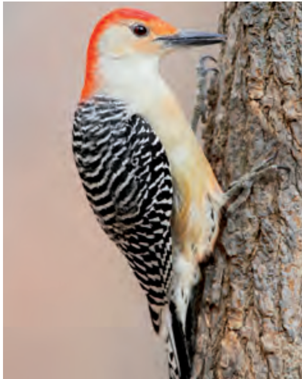
Ekolojik nişi benzer olan türler arasında rekabet fazlayken ekolojik nişleri farklı olan canlılar arasında rekabet azdır. Benzer ekolojik nişe sahip canlıların aynı ortamda bulunması durumunda iki olasılık vardır. Rekabet gücü az olan canlılar ya o alanda yok olacak ya da başka bir kaynağı kullanmaya başlayacaklardır. Aynı komünitede yaşayan ve ekolojik nişleri benzer olan canlıların bir arada yaşamasına olanak sağlayan bu olaya **kaynak paylaşımı** adı verilir. Örneğin, Şekil 3.1'de görüldüğü gibi ekolojik nişleri benzer olan farklı çalı bülbülü türleri, aynı ağaç üzerinde yaşarken ağacın farklı yerlerine yerleşir ve farklı besinleri tüketirler. Ağacın üst kısımlarındaki kuşlar, genç tohumları ve yaprakları yerken diğer bölgelerdeki kuşlar, ağaç üzerindeki böcekler veya likenlerle beslenir. Böylece kaynakları birlikte kullanmış olurlar.



Şekil 3.1 Farklı türdeki çalı bülbüllerinin kaynak paylaşımı

1.2.2. AV-AVCI İLİŞKİSİ

Komünitelerdeki canlılar arasındaki etkileşimlerden biri de av-avcı ilişkisidir. Besin olan hayvana **av,** av ile beslenen hayvana **avcı** adı verilir. Hayvanlar, bitkileri veya bitki ile beslenen başka hayvanları yiyerek hayatta kalırlar. Örneğin; bir vaşak, bir tavşanı avlayarak hayatta kalırken tavşan da otları yiyerek yaşamını sürdürür. Avcı hayvanların avlarını yakalayıp onlarla beslenebilecek adaptasyonları bulunurken avcıların da avlarından saklanabilecek ve kaçabilecek adaptasyonları bulunur. Örneğin; ağaçların içindeki kurtlarla beslenen kuşların gaga yapıları, bu böcekleri ağaç içinden çıkarabilecek şekilde adaptasyona sahiptir (Resim 3.4a). Bazı canlılar ise yaşadıkları ortam ile benzer renk ve desen özellikleri göstererek kamufle olurlar (Resim 3.4b).



(a)

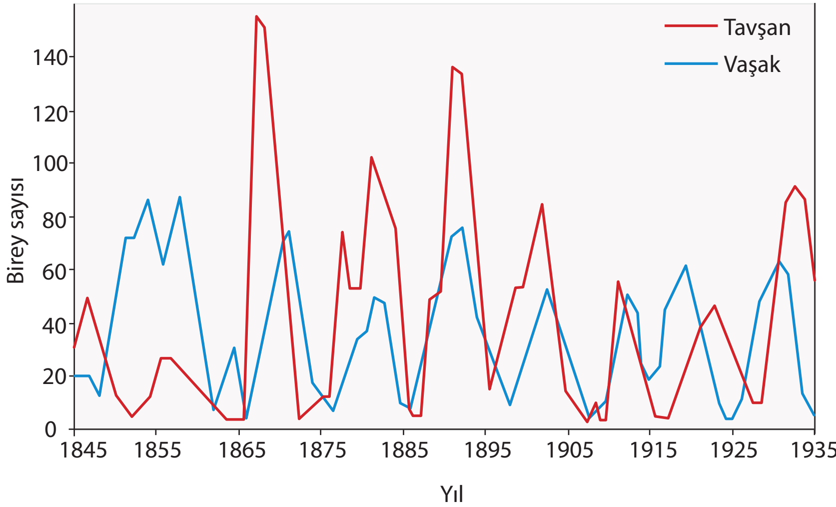


(b)

Resim 3.4 (a) Ağaçkakan, sivri gagası sayesinde ağaç kabuklarının altlarında gizlenmiş tırtıl ve böceklerle beslenir. (b) Kurbağa, derisinin rengi ve yapısı sayesinde bulunduğu kum ve bataklık zeminde kamufle olur.

Komünite içindeki av ve avcıların sayısı birbirine bağlı olarak değişir. Örneğin; bir komünitede avcı olan vaşaklar, tavşanları avlayarak beslenir. Buna bağlı olarak vaşak sayısı artarken tavşan sayısı azalır. Bir süre sonra azalan tavşan sayısına bağlı olarak vaşak popülasyonu içinde rekabet görülmeye başlar. Vaşaklardan bir kısmı başka bir komüniteye göç eder veya yetersiz besinden dolayı ölür. Azalan vaşak popülasyonuna bağlı olarak ise bir süre tavşanların sayısı artmaya başlar (Grafik 3.3).

Grafik 3.3 Tavşan ve Vaşak Popülasyonunun Birbirine Bağlı Olarak Değişen Birey Sayıları



1.3. KOMÜNİTELERDE SİMBİYOTİK İLİŞKİLER

Bir komünite içinde farklı beslenme şekillerine sahip canlılar bulunur. **Üretici canlılar,** fotosentez ve kemosentez gibi reaksiyonlar ile inorganik maddelerden organik madde sentezi yaparak komünitenin besin ihtiyacını karşılar. **Tüketici canlılar** ise inorganik maddelerden organik madde sentezleyemeyen, besinleri dışardan almak zorunda olan canlılardır. Tüketici canlılardan bazıları ise **holozoik** beslenme şekline sahiptir. Holozoik beslenen canlılar, besinlerini büyük parçalar hâlinde alan ve sindirim sistemlerinde parçalayan canlılardır. Bu canlılar, kullandıkları besin kaynaklarına göre otçul (herbivor), etçil (karnivor) ve karışık (omnivor) beslenenler şeklinde sınıflandırılır. Bazı tüketici canlılar ise ölü atıkları parçalayarak **saprofit (çürükçül, ayrıştırıcı)** beslenir. Komüniteyi oluşturan canlılar, beslenme ihtiyaçlarını karşılarken birbirleriyle etkileşim hâlindedir ve bazı canlılar arasında birlikte yaşam şekilleri görülmektedir. Aynı komünitede bulunan farklı iki türün bir arada yaşamasına **simbiyoz yaşam** adı verilir. Simbiyoz yaşam şekilleri mutualizm, kommensalizm, parazitizm ve amensalizm olarak sınıflandırılır:

1.3.1. MUTUALİZM

Birlikte yaşayan türlerin birbirlerine fayda sağladığı simbiyoz yaşam şekline **mutualizm** adı verilir. Mutualist yaşayan canlılar, birbirlerinin ihtiyaçlarını karşılayarak yaşamaya devam eder. Mutualizm, hayvan-hayvan,



Araştırınız

Sucul ve karasal ortamlarda av-avcı ilişkisi yaşayan canlıları araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Bunu biliyor musunuz?



Vaşak, kedigiller ailesinden orta büyüklükte etçil ve yabani bir hayvandır. Genel görünümüyle kediye benzer ancak normal bir kediden yaklaşık 5 kat daha iridir. Kulakları normal kediye göre daha uzun ve kulak uçları tüylüdür. Kuyruğu ise kısadır. Geniş patileri, karda rahat yürümesini sağlar. Vaşak; orman hayvanıdır, genellikle kayalık ve dağlık bölgeleri tercih eder. Sadece iyi bir dağcı değil aynı zamanda iyi bir yüzücüdür. Bu nedenle tavşan, ördek, yer kuşları, balık gibi geniş bir av yelpazesi vardır. Türkiye'de Bolu, Kars, Erzurum, Sivas, Artvin ve Rize'de yaşar.

www.tramem.org
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

bitki-bitki, hayvan-bitki, mantar-hayvan, mantar-bitki, mikroorganizma-hayvan, mikroorganizma-bitki gibi farklı canlılar arasında görülebilir. Baklagiller ile köklerinde yaşayan azot bağlayıcı bakteriler, geviş getiren memeliler ile sindirim sistemlerinde yaşayan selüloz sindirici bakteriler, mercanlar ile dokuları arasındaki tek hücreli fotosentetik algler, deniz mercanları olan anemonlar ile tentakülleri arasında yaşayan palyaço balıkları başlıca mutualist yaşam örnekleridir.

Mutualist yaşam örneklerinden bazıları şu şekilde açıklanabilir:

- Baklagil köklerindeki nodüllerde yaşayan bakteriler, havadaki azot gazını bağlayarak bitkinin azotu kullanabilmesini sağlar. Karşılığında ise bitkiden organik besin alır (Resim 3.5a).
- Bir deniz mercanı olan anemon, yakıcı tentakülleriyle derisi özel bir mukus tabakası ile kaplı olan palyaço balığını düşmanlarından korur. Palyaço balığı da anemonla beslenen balıkları anemondan uzak tutar (Resim 3.5b).
- Ekolojik açıdan en önemli mutualizm örneklerinden biri de çiçekten nektar (bal özü) emerek beslenen böceklerin, bitkilerin tozlaşmasını ve böylece nesillerinin devamını sağlamalarıdır (Resim 3.5c).


(a)


(b)


(c)

Resim 3.5 (a) Baklagiller ile köklerindeki azot bağlayıcı bakteriler, (b) anemon ile palyaço balığı, (c) nektarla beslenen böceklerle bitkiler arasında mutualist birliktelik görülür.

- Mantar ve algin oluşturduğu **liken** adı verilen yaşam birlikleri, heterotrof ve ototrof canlılar arasındaki mutualizmin en güzel örneklerinden biridir (Resim 3.6a,b). Alg, mantarın solunum sonucu ürettiği su ve karbondioksiti fotosentezde kullanarak besin ve oksijen üretir. Mantar da algin ürettiği bu besin ve oksijeni enerji üretiminde kullanır.


(a)


(b)

Resim 3.6 (a), (b) Mantar ve alg arasındaki liken birlikteliğinin iki farklı örneği

- İnsanlar, bağırsaklarında yaşayan birçok bakteri türüyle mutualist yaşam sürdürmektedirler. *Bağırsak florası* adı verilen çok sayıda farklı tür mikroorganizmanın milyonlarca üyesi, insan vücudunda sindirim sistemi organlarında yaşar. Bu bakterilerin büyük bir kısmı faydalıdır. Bunlar; bazı vitaminlerin üretilmesi ve bağırsak hücrelerinden emilimi, bağışıklık sisteminin gelişmesi, zararlı bakterilerin üremesinin engellenmesi gibi görevleri gerçekleştirir. Uzun süreli antibiyotik kullanımı ve dengesiz beslenme gibi faktörler, bağırsak florasının zarar görmesine neden olabilir. Bu durumda bağırsak florasının yeniden düzenlenmesine katkıda bulunacak yoğurt ve kefir gibi canlı mikroorganizma içeren gıdalar ile probiyotik gıdalar alınmalıdır.

Mutualist yaşayan canlılar, birbirlerinin eksikliklerini tamamladıkları için ayrıldıklarında zarar görür ve yaşamaya devam edemezler. Bu mutualizm şekline **zorunlu mutualizm** denir. Bazı canlılar arasında ise **gevşek (zorunlu olmayan) mutualizm** görülür. Örneğin, timsah ile timsah avlandıktan sonra ağzındaki atıkları temizleyen kuşlar arasında gevşek mutualizm vardır (Resim 3.7).



Resim 3.7 Timsah ile timsahın ağzındaki atıklarla beslenen kuşlar arasında gevşek mutualizm görülür.

1.3.2. KOMMENSALİZM

Latince beraber yemek anlamına gelen **kommensalizm** birlikteliğinde, beraber yaşayan canlılardan biri, bu beraberlikten fayda sağlarken diğeri yarar veya zarar görmeden yani etkilenmeden yaşar. Örneğin; sığırların etrafında uçan kuşlar, sığırlar otlarken otların arasından kalkıp uçuşan sinekleri yer. Benzer şekilde, avcı hayvanların avladıkları hayvanlardan kalan atıkları, leşçi hayvanların tüketmesi de kommensalizm örneğidir (Resim 3.8a). Kommensalizmin belirgin bir örneği de köpek balıkları ile onların etrafında gezen küçük yapışkan balıkları [*Echeneis naucrates* (Ekenays nokrates)] arasında gözlemlenir. Köpek balığı avını yerken etrafa saçılan parçalar, bu ufak balıklar için besin kaynağı olmaktadır (Resim 3.8b).



(a)



(b)

Resim 3.8 (a) Aslan ile aslanın avından kalan atıklarla beslenen akbabalar arasında, (b) köpek balıkları ile yapışkan balıkları arasında kommensalizm görülür.

1.3.3. PARAZİTİZM

Parazitizm yaşam birliğinde, organizmalardan biri bu birlikten fayda sağlarken diğeri zarar görür. Başka bir canlının üzerinde yaşayarak ona zarar veren canlıya **konakçı** veya **parazit** denirken zarar gören canlıya ise **konak** adı verilir. Parazitlerin birçoğu, konağın hastalanmasına neden olurken bazı parazitler, konağın ölmesine de neden olabilir. Parazitler, genellikle konaktan daha küçük vücuda sahiptir ve konağa yerleştiklerinde onun savunma sisteminden etkilenmeden yaşayabilmektedir.

Parazitler; genellikle bakteri, virüs, protista veya mantar gibi tek hücreli mikroorganizmalardır. Bunun yanı sıra çok hücreli hayvansal ve bitkisel parazitler de mevcuttur:

Hayvansal Parazitler

Hayvanlar âlemi içinde bulunan bazı canlılar, başka hayvanları konak olarak kullananıp yaşamlarına devam etmektedir. Hayvansal parazitler, konak canlının vücudu içinde yaşayan iç parazit (endoparazit) ve konak canlının vücut yüzeyine tutunarak yaşayan dış parazit (ektoparazit) olmak üzere ikiye ayrılır:

İç Parazit (Endoparazit): İç parazitler, genellikle basit yapılı canlılardır. Sindirim sistemleri gelişmediğinden üzerinde yaşadıkları konağın sindirilmiş besinlerini alarak yaşarlar. Genellikle bağırsak yüzeyine tutunmayı sağlayacak yapıları vardır. Konağa ait sindirilmiş besinleri, konağın sindirim kanalından veya vücut dokularından alırlar. İç parazitlerin sindirim, sinir, hareket ve duyu gibi sistemleri gelişmemiş olmasına rağmen üreme sistemleri çok iyi gelişmiştir. Örneğin bir yassı solucan türü olan tenya, iç parazittir (Resim 3.9).



Resim 3.9 Tenya, bir iç parazit örneğidir.

Dış Parazit (Ektoparazit): Dış parazitler genellikle hayvanların derilerine veya derileri üzerindeki tüy, kıl gibi yapılara tutunarak yaşayan canlılardır. Dış parazitlerin organ ve sistemleri, iç parazitlere oranla daha komplekstir. Dış parazitler, konağın dokularını delmeye ve parçalamaya yarayan ağız ve üyeler ile gelişmiş sindirim sistemlerine sahiptir. Genellikle hareket organları da gelişmiş olan bu canlılar, konak üzerinde aktif olarak yer değiştirebilir. Bit, pire, kene gibi eklembacaklılar başlıca dış parazit örnekleridir (Resim 3.10a, b, c).


(a)


(b)


(c)

Resim 3.10 (a) Bit, (b) pire ve (c) kene dış parazit örnekleridir.

Bunu biliyor musunuz?



Deniz dokuzgözlüleri hem omurgalı olmaları hem de parazit bir yaşam sürmeleri nedeniyle ilgi çeken deniz canlılarıdır. Bilindiği gibi parazit olarak yaşayan hayvanların hemen hemen hepsi omurgasızdır. Deniz dokuzgözlüleri ise denizlerde ve tatlı sularda yaşayan ilkel omurgalı hayvanlardır. Yaşamlarının büyük bir bölümünü denizlerde geçirirken üremek için tatlı sulara girer ve bir defa üredikten sonra ölürler. Boyları 50-70 cm (en fazla 100 cm) kadar olur. Ağızları yuvarlaktır ve diğer canlılara kolayca tutunmak üzere özelleşmiş dişleri vardır. Larva zamanı planktonlarla beslenirler. Ergin hâldeyken ise balıklara yapışıp onların kanlarını emerler. Kuzey Doğu Amerika, Batı Avrupa, Batı Akdeniz kıyıları deniz dokuzgözlülerinin başlıca yaşam alanlarıdır.

Bilim ve Teknik, Ağustos 2013



Araştırınız

Kırım-Kongo kanamalı ateşi hastalığını ve bulaşma yollarını araştırınız.

Bitkisel Parazitler

Çiçekli bitkilerin küçük bir bölümü su, mineral veya organik besin ihtiyaçlarını başka bitkilerden karşılayabilir. **Parazit bitkiler** adı verilen bu bitkilerde, üzerinde yaşadığı bitkiden besin alabilmesini sağlayan emeçler gelişmiştir. Parazit bitkiler, üzerinde yaşadığı bitkiden aldığı besin çeşitlerine göre yarı parazit ve tam parazit olmak üzere ikiye ayrılır:



Resim 3.11 Yarı parazit bir bitki olan ökse otu

Yarı parazit: Yarı parazit bitkiler, kloroplastları olan ve fotosentez yapabilen yeşil renkli bitkilerdir. Üzerinde yaşadıkları bitkilerden su ve mineral alırlar. Ökse otu, yarı parazit bitkilere örnek verilebilir (Resim 3.11).

Tam parazit: Tam parazit bitkiler, yarı parazitlerden farklı olarak kloroplast bulundurmazlar. Fotosentez yapamadıkları için üzerinde yaşadıkları bitkinin hem odun hem de soymuk borularına uzattıkları emeçleriyle organik besin, su ve mineral alırlar. Küsküt otu (Resim 3.12a) ve canavar otu (Resim 3.12b) tam parazitlere örnektir.



(a)



(b)

Resim 3.12 Tam parazit bitkilerden (a) küsküt otu ve (b) canavar otu

1.3.4. AMENSALİZM

Birlikte yaşayan türlerden biri, bu birliktelikten zarar görürken diğerinin etkilenmediği simbiyotik yaşam şekline **amensalizm** denir. Örneğin; ceviz ağacının yaprak ve meyvelerinden salgılanan *juglon* adı verilen bir madde, yağmurla toprağa iner ve ceviz ağacının altında başka bitkilerin yaşamasına izin vermez. Ceviz ağacı bu durumdan etkilenmezken diğer bitkiler zarar görmüş olur.



Resim 3.13 Ceviz ağacı ve altındaki bitkiler arasında amensalizm görülür.

OKUMA METNİ

ZOMBİ KARINCALAR



Bazen bilim, bilim kurgudan daha ilginç olabiliyor. Parazitler konakçılarının davranışlarını ve görünüşlerini ya kendilerine ya da yavrularına fayda sağlayacak şekilde sinsice değiştirebiliyor. Sonuç: İstem dışı hareket eden zombi yaratıklar. Geçmişte bilim kurgu hikâyelerine konu olan "konakçı hayvanın davranışının kontrol altına alınması" ya da "kurbanların beyinlerinin ve vücutlarının ele geçirilmesi" fikri, günümüzde hayvanların davranış ekolojisi çalışmalarında sık rastlanan bir kavram olarak karşımıza çıkıyor. Ancak bu doğal olgunun altında yatan bazı sinirsel ve genetik mekanizmalar, yeni yeni gün ışığına çıkmaya başladı. Yapılan araştırmaların sonuçları; konakçının davranış, morfoloji ve fizyoloji gibi birçok fenotipik özelliğinin değiştiğini belirtiyor. Bunun, korku filmlerini andıran ilginç örneklerinden biri de Brezilya'nın tropikal yağmur ormanlarında yaşanıyor. Kahramanlarımız bir fungus [*Ophiocordyceps unilateralis* (Ofiokordiseps unilateralis)] ve marangoz karıncalar [*Camponotus leonardi* (Komponotus leonardi)]... Bu karıncalar, yağmur ormanlarındaki ağaçların yüksek dallarında yaşıyor, yuvalarını ağaç kovuklarına yapıyorlar. Koloniler hâlinde dolaşıyor ve sürekli ağaç dallarından orman zeminine, oradan tekrar yukarılara çıkarak yaşamlarına devam ediyorlar. Bu normal yaşam döngüsü, bir gün parazit bir fungusun karıncayı enfekte etmesiyle korkunç bir şekilde değişiyor. Karıncalar, orman zemininde bulunan fungus sporlarıyla temas edince enfeksiyon başlıyor ve yaklaşık bir hafta içinde karıncanın vücudu ve başı fungus sporları tarafından işgal ediliyor. Enfekte karıncaların kasları deforme oluyor ve yırtılmalar başlıyor. Fungus enfeksiyonu, aynı zamanda karıncanın merkezî sinir sistemini de etkiliyor. İşte bu noktada karıncaların davranışları değişiyor ve karıncalar zombi gibi davranmaya başlıyorlar. Normalde koloniden ve takip edilen yoldan hiç ayrılmayan işçi marangoz karıncalar düzensiz davranışlar sergiliyor, zikzaklar çizerek nereye gittiklerini fark etmeden yürümeye başlıyorlar. Neticede koloniden ayrılıyor ve bir daha yuvalarının yolunu bulamıyorlar, bilinçsizce dolaşmaya başlıyorlar. Katil fungus, en uygun zamanı bekliyor ve öldürücü vuruşunu gerçekleştiriyor. Zombi karınca, sanki fungus tarafından senkronize edilmiş ve zorlanmış gibi davranarak yaprağın altındaki ana damarı ısırıyor ve bu vaziyette öylece ölüyor. Karıncanın başında çoğalan fungus sporları, karıncanın çene kemiğindeki kasları ve bu kasları yöneten sinirleri kontrol altına alarak karıncanın ölüm ısırığını gerçekleştirmesini sağlıyor. Ölüm ısırığını gerçekleştiren karıncanın çene kemiği kilitleniyor ve ölüm gerçekleştikten sonra bile karınca bu vaziyette yaprağın altındaki ana damarda asılı kalıyor. Birkaç gün sonra karıncanın başında fungusun yüzlerce sporunu içinde taşıyan bir

üreme kesesi oluşmaya başlıyor. Görüntü gerçekten çok ilginç, yaprağa saplanmış ölü karıncanın başından uzanan bir sap ve sapın üzerinde bir kese... Fungus, sporlarını bu keselerden dışarı fırlatıyor ve yüzlerce öldürücü spor, başka karıncaları enfekte etmek üzere orman zeminine yayılıyor.

İşte bu korku dolu filmin özeti: Katil fungusun tek bir amacı var, üremek için uygun zemini bulmak. Kurban karıncanın yapması gereken ise ölüm yürüyüşünü gerçekleştirerek kendisi için seçilmiş mezara gitmek.

Özlem Kılıç Ekici
Bilim ve Teknik, Kasım 2011
(Düzenlenerek kısaltılmıştır.)

OKUMA METNİ

YARARLI PARAZİTOİDLER



Parazitler, konak olarak kullandıkları canlı ile bir süre ya da yaşamları boyunca ortak bir yaşam sürer, ondan beslenirler. Konak canlıya zarar verir ama onu genellikle öldürmezler. Çoğu zaman konak canlının ölümü, parazit için de ölüm olur. Parazitoidlerde ise durum farklıdır. Bir parazitoid de konak olarak kullandığı canlıdan beslenir ama gelişimini tamamlayıncaya kadar... Parazitoid, gelişimini tamamlayınca konaktan ayrılır. Konak olarak kullanılan canlı ise ölür.

Bir canlı için parazitoid olup bir diğeri içinse fayda sağlayan "yararlı parazitoidler" de mevcuttur. Bunların en güzel örnekleri de bildiğimiz bal arılarının da bulunduğu Hymenoptera (zar kanatlılar) takımında bulunan yararlı parazitoid arıcıklardır. Bu böcekler; yaşamlarını her tür bitkiye dadanan kelebek, güve, sinek ve örümcek gibi zararlıları yok ederek sürdürürler. Kısacası bu arılar, bitkilerde bulunan zararlı böceklerin doğal düşmanıdır. Bu arıcıklar, tırtıl dönemlerini bitki zararlılarının larva, pupa ve yumurtalarında geçirirler. Yumurtalarını, konak olarak kullandıkları bitki zararlısı böcek türünün yumurtasına veya larvasına bırakırlar. Yumurtadan çıkan parazitoid larvası, tırtıl dönemini bu konak üzerinde ve onu yavaş yavaş yiyerek tamamlar. Böylece konağın ölümüne neden olur. Bu canlılar, bitki zararlılarıyla mücadelede kullanılabilecek doğal silahlar olmalarına karşın şimdiye kadar hangi bitkinin zararlılarına karşı, hangi parazitoidlerin kullanılabileceği yeterince araştırılmamıştır.

İrfan Unutmaz
Bilim ve Teknik, Mart 2010
(Düzenlenerek kısaltılmıştır.)

1.4. SÜKSESYON

Komünitelerde sayıca ve vücut büyüklüğü bakımından en fazla göze çarpan türe **baskın tür** adı verilir ve komüniteler bu türe göre adlandırılır. Örneğin; köknar, sedir, sarıçam ormanı gibi orman komünitelerinde komüniteye adını veren türler baskın türdür.

Hiçbir canlının yaşamadığı bir ortamda, canlıların oluşması sırasında veya yangın, buzullaşma, toprak kayması, kuraklık, sel, volkanik patlamalar gibi olaylar nedeniyle komünitedeki canlıların yok olması sonrasında komünitenin tekrar oluşması sürecinde, baskın türler sırayla birbirinin yerini alabilir. Komünite içindeki bu değişime **süksesyon** adı verilir. Süksesyonlar, komünitelerdeki türlerin kararlı bir hâl almasına kadar devam eder. Bir süre sonra komünite, kararlı bir hâl alır ve değişmeden devam etmeye başlar. Bu şekilde komünitenin kararlı bir hâlde devam etmesine ise **klimaks** adı verilir. Örneğin, ülkemizde Doğu Karadeniz bölgesindeki ladin ormanları klimaks şeklini almıştır (Resim 3.14).

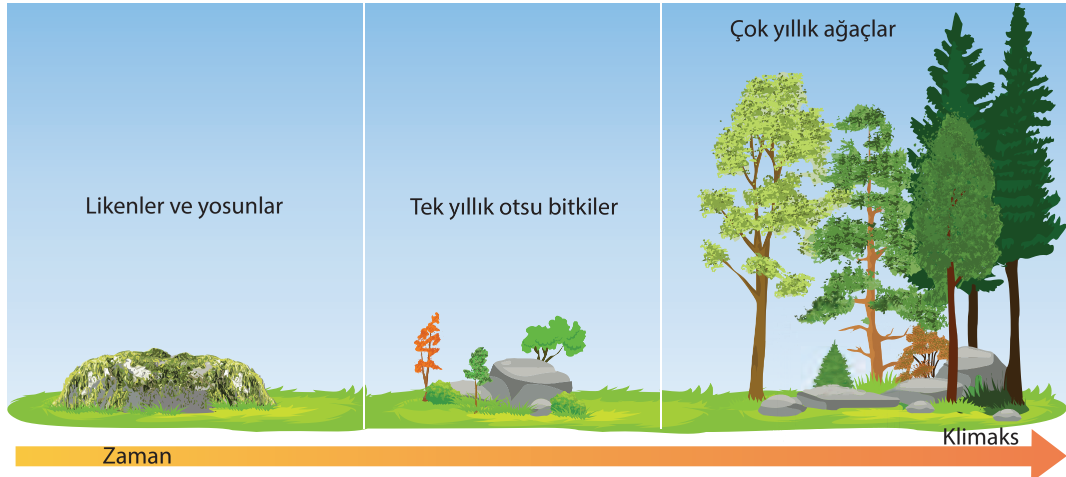


Resim 3.14 Doğu Karadeniz bölgesindeki ladin ormanları

Komünitelerde birincil ve ikincil süksesyon olmak üzere iki çeşit süksesyon görülür.

1.4.1. BİRİNCİL (PRİMER) SÜKSESYON

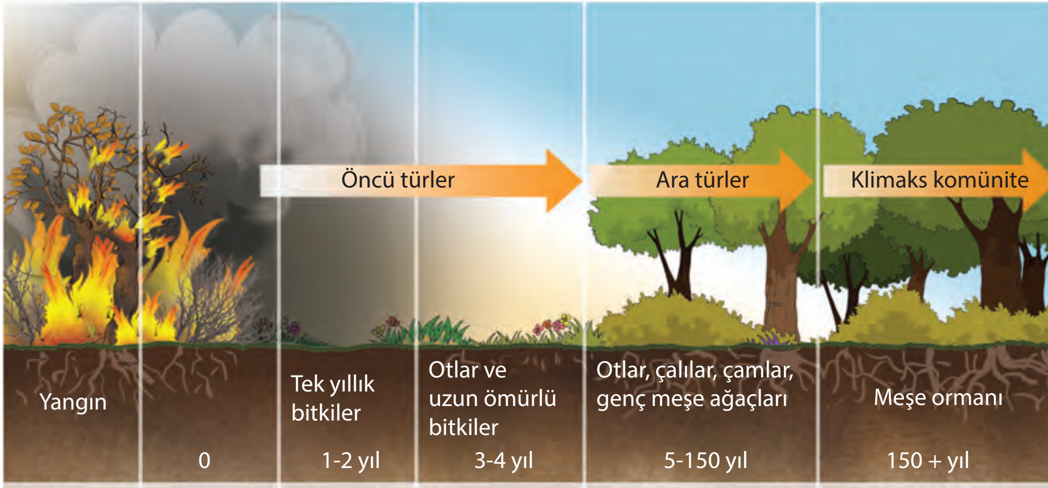
Toprağın olmadığı, canlının bulunmadığı bir ortamda canlıların sıfırdan yerleşmeye başlayıp sırayla birbirlerinin yerini almasına **birincil (primer) süksesyon** denir. Buzulların geri çekilmesiyle ortaya çıkan alanlarda ya da volkanik patlama sonucunda oluşmuş bir adada görülen süksesyon, birincil süksesyon örneğidir. Başlangıçta görülmeye başlayan canlılar genellikle bakteriler, tek hücreli mantarlar ve fotosentetik mikroorganizmalardır. Daha sonra bu canlıların yerini liken ve yosun gibi canlılar almaya başlar. Bu canlıların kalıntılarının ayrışması ile organik maddeler birikir ve çevresel koşulların etkisi ile toprak oluşmaya başlar. Toprağın oluşmasıyla birlikte sırasıyla tek yıllık otsu bitkiler, çalı formunda bitkiler, söğüt, kızılağaç, ladin gibi ağaçlar uzun yıllar ortamda kararlı bir hâlde yaşamaya devam edecek şekilde yerleşirler (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Birincil süksesyonda görülen canlı çeşitleri

1.4.2. İKİNCİL (SEKONDER) SÜKSESYON

Yangın, tarım faaliyeti, ağaç kesimi gibi komünitede gerçekleşen bir bozulmadan sonra görülen süksesyona **ikincil (sekonder) süksesyon** adı verilir. İkincil süksesyonda toprak önceden vardır. Toprak içinde bazı organizmalar yaşamlarını devam ettirirler. İkincil süksesyon, birincil süksesyona oranla daha hızlı ve daha kolay gerçekleşir. İkincil süksesyon gerçekleşirken ortamda ilk olarak görülen bitkiler hızlı büyüyen, tek yıllık bitkilerdir. Bu bitkilerden sonra komüniteye iki ve çok yıllık çalı formundaki bitkiler yerleşir. Çalı şeklindeki bitkilerden sonra ise komünitenin kalıcı bitkileri olan ağaçlar komüniteye yerleşir ve klimaks oluştururlar (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 İkincil süksesyonda görülen canlı çeşitleri

OKUMA METNİ

BİR ZAMANLAR ANADOLU'DA MANGROV ORMANLARI



Tarih boyunca Anadolu'da çok sayıda tür yaşadı ve yok oldu. Bu canlı gruplarından biri de günümüzde tropik deniz kıyılarında yaşayan mangrov ormanlarıydı. Mangrov ormanlarını oluşturan bitkiler; çok tuzlu, çamurlu ve sıcak ortamlarda yaşamaya uyum sağlamış türlerden oluşur. Kısa boylu çalılardan 60 metreye kadar uzayabilen ağaçlara kadar değişiklik gösteren türler, mangrov ormanlarını oluşturur. Mangrov bitkilerinin fazla tuzu süzen sistemleri, karmaşık kök yapıları (Örneğin, çamur içinde kalan kısımların havalanmasını sağlayan yapıları yukarı doğru uzar.) vardır. Mangrov ormanlarının oluşturduğu ekosistemde kuşlar, yılanlar, timsahlar, midyeler, balıklar ve çok sayıda omurgasız, kendisine yaşayıp üreyebileceği alanlar bulur. Geçmişte ülkemizde Muğla (Milas, Ören), Denizli, Burdur, Uşak, Trakya gibi yerlerde mangrov ormanlarının yaşadığı biliniyor.

Bülent Gözcelioğlu
Bilim ve Teknik, Aralık 2012
(Kısaltılmıştır.)

1. ETKİNLİK: CANLILAR ARASINDAKİ İLİŞKİLER



Amaç: Canlılar arasındaki ilişkilerin örneklerle açıklanması

Araç Gereç: büyük karton, farklı renklerde kalın uçlu keçeli kalemler

Uygulama

1. Sınıfta dört ya da beş kişilik gruplar oluşturunuz.

2. Aşağıdaki tabloyu, grubunuzdaki arkadaşlarınızla karton üzerine büyük bir şekilde çiziniz.

2. Bu bölümde edindiğiniz bilgilerden yararlanarak çizdiğiniz tabloda belirtilen canlılar arasındaki ilişkiler için ikişer tane örnek yazınız. Tablonun "açıklama" sütununda bu canlılar arasındaki ilişkiyi kısaca anlatınız.

Etkileşim Tipi	1. Canlı	2. Canlı	Açıklama
Rekabet			
Av-Avcı			
Mutualizm			
Kommensalizm			
Parazitizm (Hayvansal)			
Parazitizm (Bitkisel)			
Amensalizm			

Sonuç

Bütün gruplar tablolarını tamamladıktan sonra kartonları sırayla tahtaya asarak yazılan örnekleri tartışınız.

1. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "komünite ekolojisi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. kommensalizm	2. liken	3. holozoik	4. amensalizm	5. ekoton
6. süksesyon	7. klimaks	8. mutualizm	9. ekolojik niş	10. parazitizm

a) Komünitelerin sınırları keskin bir şekilde birbirinden ayrılmaz. Komüniteler birbirleriyle kesişim bölgeleri oluştururlar. Bu kesişim bölgelerine .... adı verilir.

b) Türün yaşadığı habitattaki canlı ve cansız kaynakları kullanabilmesi ile ilgili durumların tamamı .... olarak adlandırılır.

c) Besinlerini büyük parçalar hâlinde alan ve sindirim sistemlerinde parçalayan canlıların beslenme şekline .... beslenme adı verilir.

ç) Bir arada yaşayan canlılardan biri, bu beraberlikten fayda sağlarken diğerinin yarar veya zarar görmediği simbiyotik yaşam şekline .... denir.

d) Heterotrof olan mantar ve ototrof olan algin oluşturduğu mutualist yaşam birliğine .... adı verilir.

e) Bir ortamda yeni bir komünitenin oluşması sırasında, türlerin sırayla birbirinin yerini aldığı değişim sürecine .... adı verilir.

f) Birlikte yaşayan türlerden biri, bu birliktelikten zarar görürken diğerinin bu birliktelikten etkilenmediği simbiyotik yaşam şekline .... denir.

g) Birlikte yaşayan türlerin, birbirlerine karşılıklı olarak fayda sağladığı simbiyoz yaşam şekline .... adı verilir.

2. Birincil ve ikincil süksesyon kavramlarını açıklayınız.

....

....

3. Aşağıdaki tabloda verilen canlılar arasındaki ilişki türlerinde, birinci ve ikinci canlının bu birliktelikten nasıl etkilendiğini "+" (yarar görür), "–" (zarar görür) veya "0" (etkilenmez) kullanarak belirtiniz.

Etkileşim Tipi	1. Canlı Üzerine Etkisi	2. Canlı Üzerine Etkisi
Rekabet		
Av-Avcı		
Mutualizm		
Kommensalizm		
Parazitizm		
Amensalizm		



2. BÖLÜM

POPÜLASYON EKOLOJİSİ

Fotoğrafta gördüğünüz kral penguenleri, diğer penguenler gibi Antarktika'daki adalarda ve Avustralya'nın Macquarie (Mekuari) Adası'nda yaşamlarını devam ettirmektedirler. Yaklaşık 3 milyon bireyden oluşan bu topluluk, üreme zamanlarında resimde görüldüğü gibi bir araya gelerek koloniler oluştururlar. Hava sıcaklığının –40 °C olduğu bir iklimde yaşayan, vücut sıcaklıkları ise 40 °C olan bu sıcakkanlı canlılarda kuluçka dönemi ve yavru bakımı kusursuz bir şekilde işlemelidir. Ufak bir hata, yumurtanın buza temas etmesine ve donmasına neden olacağından dişi ve erkek penguen için o üreme sezonu hüsran ile sonuçlanabilir.

Bu bölümde penguen örneğinde olduğu gibi popülasyonların yapısı, popülasyonları etkileyen faktörler ve taşıma kapasitesi anlatılacak, nesli tükenen ve tükenme tehlikesi altında olan canlı türlerine örnekler verilecektir.

Kavramlar/Terimler

1. Popülasyon
2. Taşıma kapasitesi
3. Popülasyon dinamiği
4. Yaş piramidi

2. POPÜLASYON EKOLOJİSİ

Bölüm kapak sayfasında yer alan fotoğrafta örneği görüldüğü gibi belirli bir zamanda, sınırlı bir alanda, aynı türe ait canlıların oluşturduğu topluluğa **popülasyon** adı verilir. Aynı ekolojik nişe sahip olan bu canlılar, aynı çevresel faktörlerden benzer şekilde etkilenir, birbirlerini etkiler ve birbirleriyle çiftleşip çoğalırlar.

Her bir popülasyonun kendisine ait bir birey sayısı, yoğunluğu, büyüklüğü, taşıma kapasitesi, dağılımı ve bireylerinin yaş dağılımı vardır. Bu özelliklerin tamamına **popülasyonun dinamikleri** adı verilir. Popülasyon dinamiklerinin zaman içerisindeki değişimlerinin incelenmesine ve bu değişimlerin nedenleri üzerinde çalışılmasına ise **demografi** denir.

2.1. POPÜLASYONUN DİNAMİKLERİ

2.1.1. POPÜLASYONUN YOĞUNLUĞU

Birim alana veya birim hacme düşen birey sayısı, popülasyonun yoğunluğunu verir. Karada yaşayan canlıların yoğunluğunun belirlenmesinde alan dikkate alınırken suda yaşayan canlıların yoğunluğunda suyun hacmi dikkate alınır. Örneğin; 1 m^2 alandaki saka kuşları veya 10 m^3 sudaki sazan balıkları gibi değerler, popülasyonun yoğunluğunu verir. Popülasyon yoğunluğu, birey sayısındaki artış veya alanın daralması ile artarken birey sayısındaki azalış veya alan artışı, popülasyonun yoğunluğunu azaltır. Örneğin; şehirleşme faaliyetleri, ormanlık alanları yok edeceğinden ormanda yaşayan hayvanların yaşam alanları azalır ve bir süre sonra artan yoğunluğa bağlı olarak rekabet, besin yetersizliği gibi problemler ortaya çıkar (Resim 3.15).



Resim 3.15 Şehirleşme faaliyetleri, hayvan popülasyonlarının yaşam alanlarının daralmasına ve yoğunluklarının artmasına neden olmaktadır.

2.1.2. POPÜLASYONUN DAĞILIMI

Popülasyonun dağılımı, popülasyona ait bireylerin popülasyonun kapladığı alan içindeki yerleşimlerini ifade eder. Dağılım, popülasyon bireyleri arasındaki etkileşimi doğrudan etkileyen bir faktördür. Genel olarak popülasyonlarda *kümeli dağılım, düzenli dağılım* ve *rastgele dağılım* olmak üzere üç çeşit dağılım görülür:

Kümeli Dağılım

En çok görülen dağılım şeklidir. Bireyler popülasyon içinde grup, sürü oluşturarak bir arada bulunurlar. Bitkiler; topraktaki minerallerin yoğun olarak bulunduğu, bitkinin yaşaması için çevresel faktörlerin uygun olduğu bölgelerde kümelenerek bulunabilirler. Kurt, aslan gibi bazı hayvanlar sürüler oluşturarak gezer. Bazı hayvan gruplarında ise normalde görülmeyen

kümelenme şeklindeki dağılım; üremek, avlanmak veya avcılarından korunmak amacıyla zaman zaman ortaya çıkabilir (Resim 3.16).



(a) (b)

Resim 3.16 Kümeli dağılım örneği olan (a) kurt ve (b) yunus sürüleri

Düzenli Dağılım

Düzenli dağılım gösteren popülasyonlarda, bireylerin aralarındaki mesafe yaklaşık aynıdır ve bireyler arasında sıkı bir etkileşim vardır. Bitkiler, kaynaklardan ve güneşten eşit oranda faydalanabildikleri düzenli dağılım şeklini gösterebilir. Hayvanlarda da alan savunması davranışları sonucunda düzenli dağılım görülebilir (Resim 3.17).



(a) (b)

Resim 3.17 Düzenli dağılım gösteren (a) çam ormanı ve (b) kum martısı türleri

Rastgele Dağılım

Popülasyonlarda en az görülen dağılım şeklidir. Bireyler arasında etkileşimin en az olduğu canlılarda görülür. Örneğin; tohumları rüzgârla taşınan karahindiba, papatya gibi kır çiçekleri bahar aylarında rastgele dağılım gösterir (Resim 3.18).



(a) (b)

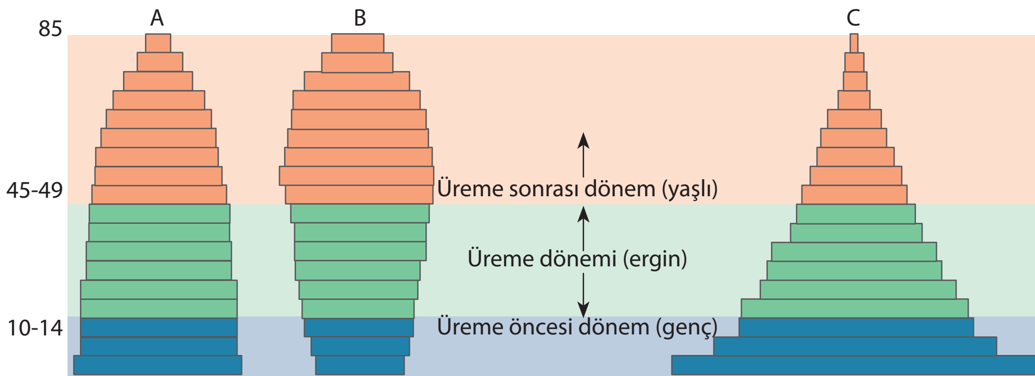
Resim 3.18 Rastgele dağılım gösteren (a) karahindiba ve (b) papatya bitkisi

2.1.3. POPÜLASYONLARIN YAŞ DAĞILIMLARI

Popülasyonların bireyleri; yaş durumları bakımından üreme öncesi dönemi (genç), üreme dönemi (ergin) ve üreme sonrası dönemi (yaşlı) bireyleri olmak üzere üç grupta incelenir. İnsanlar için 0-15 yaş üreme öncesi, 15-50 yaş üreme dönemi, 50 ve üzeri yaşlar ise üreme sonrası dönem olarak belirlenirken farklı bir canlıda bu dönemlerin süreleri değişiklik gösterebilir. Örneğin; ortalama yaşam süresi 15 yıl olan bir kuş türü için 0-1 yaş üreme öncesi, 1-12 yaş üreme dönemi, 12 yaş ve üzeri üreme sonrası olarak belirlenir.

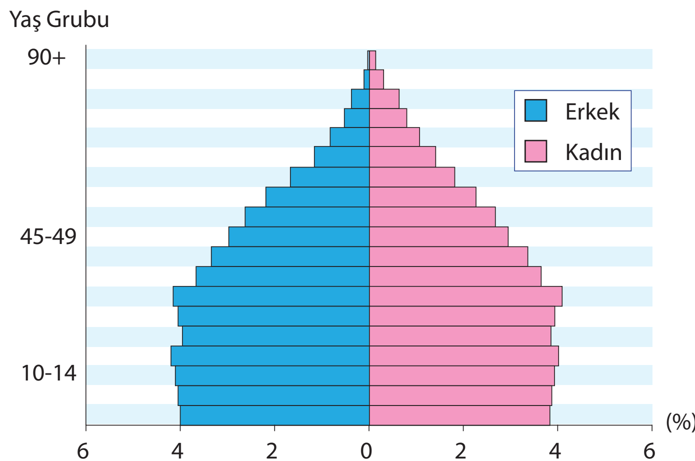
Popülasyonların yaş dağılımları, o popülasyonun geçmişi ve geleceği hakkında fikir verebilir. Örneğin; genç nüfusu fazla olan bir popülasyonun büyümekte olduğu, yaşlı nüfusun fazla olduğu bir popülasyonun ise küçülmekte olduğu konusunda yorum yapılabilir. Grafik 3.4'te büyümekte olan, küçülen ve dengedeki popülasyonlara ait yaş grafikleri verilmiştir. Büyümekte olan popülasyonlarda genç bireylerin sayısının daha fazla olması nedeniyle geniş tabanlı yaş piramidi görülürken küçülmekte olan popülasyonlarda yaşlı birey sayısı daha fazla olduğundan dar tabanlı yaş piramidi görülür. Dengedeki popülasyonlarda ise her yaş grubunun oranının birbirine yakın olması beklenir.

Grafik 3.4 Farklı İnsan Popülasyonlarının Yaş Piramitleri: A) Büyümekte Olan Popülasyon, B) Küçülmekte Olan Popülasyon, C) Dengedeki Popülasyon



Türkiye İstatistik Kurumunun 2013 yılı verilerine göre hazırlanmış yaş piramidi incelenecek olursa Türkiye'nin genç nüfusunun fazla olduğu ve nüfusun giderek artacağı yorumu yapılabilir (Grafik 3.5).

Grafik 3.5 Türkiye'nin Yaş Piramidi



2.1.4. POPÜLASYONUN BÜYÜKLÜĞÜ

Popülasyonun dinamiğini oluşturan bir diğer özellik ise popülasyonun büyüklüğüdür. Büyüklük, çok değişken bir veri olduğundan popülasyon bireyleri takip edilir ve elde edilen veriler kullanılarak hayat tabloları oluşturulur. Herhangi bir zaman aralığında popülasyondaki birey sayısı, doğumlarla ve içe göçlerle artarken ölümlerle ve dışa göçlerle azalır. Bu durum, şöyle bir matematiksel denklemle ifade edilebilir:

$$\text{Popülasyon büyüklüğündeki değişiklik} = \left\{\begin{matrix}\text{Doğum sayısı} \\ + \\ \text{İç göç}\end{matrix}\right\} - \left\{\begin{matrix}\text{Ölüm sayısı} \\ + \\ \text{Dış göç}\end{matrix}\right\}$$

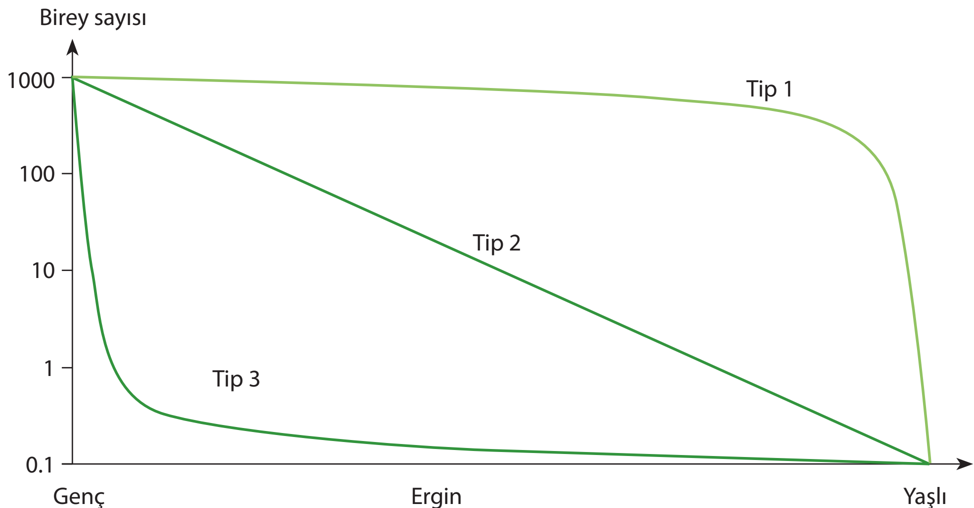
Popülasyonların **hayat tabloları**, bireylerin yaşa bağlı hayatta kalma durumlarını gösteren özel bir çizelgedir. Hayat tabloları oluşturulurken bir grup birey, doğumdan ölümlerine kadar takip edilir ve oluşan veriler ile hayatta kalma eğrileri çizilir. Temelde üç tip hayatta kalma eğrisi vardır (Grafik 3.6):

Tip 1 hayatta kalma eğrisine sahip popülasyonlardaki bireylerin, genç ve ergin dönemlerde hayatta kalma oranı yüksektir. İnsan ve memelilerin büyük bir kısmının da dâhil olduğu bu canlılarda ebeveyn bakımı ve düşük üretkenlik karakteristiktir.

Tip 2 hayatta kalma eğrisine sahip popülasyonlardaki bireylerin hayatta kalma oranı, her yaş için yaklaşık olarak aynıdır. Başka bir ifadeyle yaştan bağımsız, sabit bir ölüm oranı vardır. Çoğu ötücü kuş türünde, bu tip hayatta kalma eğrisi görülür.

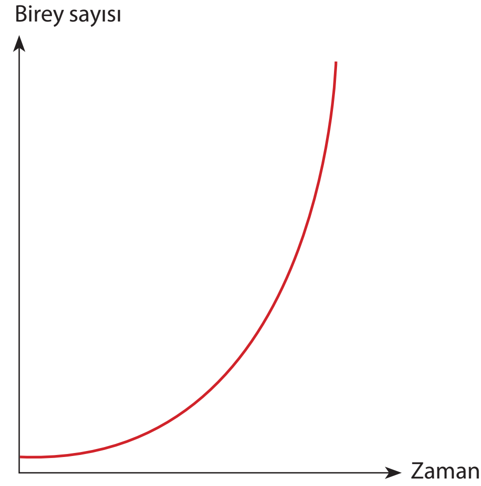
Tip 3 hayatta kalma eğrisine sahip popülasyonlarda ise bireylerin gençlik döneminde, hayatta kalma oranı oldukça düşüktür. Çoğu böcek türü ve tek yıllık bitkiler, bu tip hayatta kalma eğrisi gösterir. Bu tür hayatta kalma eğrisine sahip canlılarda, her batında çok sayıda yavru verme eğilimi görülür fakat genellikle ebeveyn bakımı yoktur.

Grafik 3.6 Popülasyonlarda Görülen Farklı Tip Hayatta Kalma Eğrileri



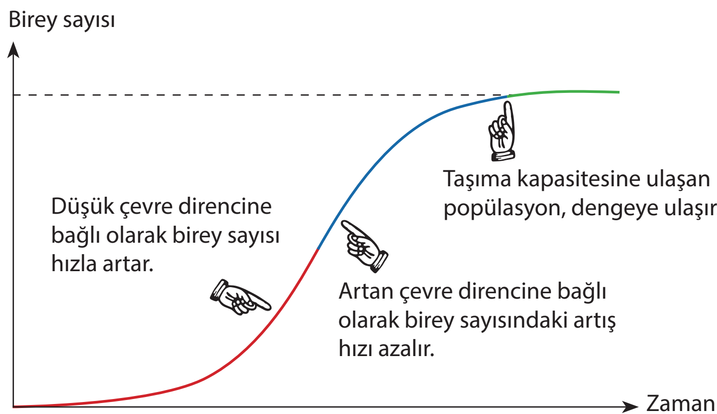
Popülasyona ait bireyler, yaşamaya devam ettikleri sürece çeşitli sınırlayıcılar ile karşı karşıya kalırlar. Eğer ortam canlı için mükemmel olsaydı ve canlı, yaşamak ve üremek için hiçbir zorlukla karşılaşmasaydı bireylerin sayısı sürekli olarak artardı. Örneğin; bir bakteri, laboratuvar ortamında uygun koşullar altında 20 dakikada bir ikiye bölünür. Eğer bu şekilde çoğalmaya devam etseydi 40 dakika sonra dört olan bakteri sayısı, sadece 36 saat sonra tüm dünya yüzeyini örtecek sayıya ulaşırdı. Doğal koşullarda bu şekilde sınırsız büyüme imkânsızdır. Besin sıkıntısı, avcı hayvanlar, alan daralması, hastalıklar, patojenler, doğal afetler, iklim şartları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak popülasyonların büyümesi sınırlanır. Popülasyondaki bireylerin üreme ve yaşama şansını sınırlayan çevresel faktörlerin tamamına **çevre direnci** adı verilir. Eğer çevre direncinin olmadığı bir ortam hazırlansaydı ve popülasyonlar buraya bırakılsaydı bakteri örneğinde olduğu gibi popülasyonlarda geometrik (2, 4, 8, 16, 32...) bir artış gözlenirdi. **Üstel büyüme** olarak adlandırılan bu büyüme, grafik üzerinde “J” şeklinde bir gelişme eğrisi oluşturur (Grafik 3.7).

Grafik 3.7 Popülasyonlarda J Tipi Büyüme Eğrisi



Normal koşullarda pek fazla rastlanmayan J tipi gelişme eğrisi, yeni oluşan popülasyonlarda veya boş bir habitata girmiş ya da doğal felaketler sonucu sayıları çok azalmış popülasyonlarda görülebilir. Bu şekilde büyüme gösteren popülasyonlarda artan birey sayısına bağlı olarak çevre direnci de artacağından birey sayısındaki artış, bir süre sonra azalacak ve popülasyonun büyüme eğrisi bir süre sonra düzleşecektir. Bir habitatın bozulma olmaksızın ihtiyaçlarını karşılayabildiği maksimum birey sayısına **taşıma kapasitesi** denir. Örneğin; ortamdaki besin miktarının azalmaya başlaması, çevredeki avcı sayıları tarafından bulunma olasılığının artması, yaşam alanının azalması gibi çevre dirençleri popülasyonun taşıma kapasitesine ulaşmasına neden olur. Doğal ortamlarda bulunan popülasyonlarda popülasyonun birey sayısı taşıma kapasitesine yaklaştıkça büyüme yavaşlar, doğum ve ölüm oranı birbirine yaklaşır ve popülasyon denge hâline ulaşır. Bu şekildeki büyümeye **lojistik büyüme** denir. Bu şekilde büyüyen popülasyonlarda “S” şeklinde bir büyüme eğrisi görülür (Grafik 3.8).

Grafik 3.8 Popülasyonlarda S Tipi Büyüme Eğrisi



2.2. POPÜLASYONUN GEN HAVUZU VE GENLERİN BULUNMA ORANLARI (HARDY-WEINBERG PRENSİBİ)

1908 Yılında İngiliz Matematikçi Godfrey Hardy (Godfri Hardi, 1877-1947) ve Alman Doktor Wilhelm Weinberg (Vilhelm Vaynberg, 1862-1937), birbirlerinden habersiz olarak popülasyondaki bireylerin taşıdıkları genlerin oranlarının zaman içinde nasıl sabit kalabileceğinin koşullarını belirlediler. Hardy ve Weinberg'in oluşturduğu bu kurama geçmeden önce gen havuzu ve gen frekansı kavramlarının açıklanmasına ihtiyaç vardır: **Gen havuzu**, popülasyondaki bireylerin taşıdıkları genlerin toplamıdır. **Gen frekansı**, bir genin gen havuzunda bulunma sıklığıdır. Örneğin, 1.000 kişilik bir insan popülasyonunda göz renkleri ile ilgili tüm genler gen havuzunu oluştururken mavi göz geninin bulunma sıklığı, genin frekansını oluşturur.

Hardy-Weinberg prensibine göre denge hâlinde olan bir popülasyonda, gen frekansları yıllar içinde değişmez ve gen frekanslarına göre genotiplerin frekansı bulunabilir.

Hardy-Weinberg prensibine göre bir popülasyonun dengede olabilmesi için;

- Popülasyon içinde rastgele çiftleşmeler olmalıdır (Belirli özellikteki bireyler birbirlerini seçerek çoğalmamalıdır.).
- Popülasyon büyük olmalıdır (Popülasyonun büyük olması, küçük bir popülasyonda rastgele olarak görülebilecek gen frekanslarındaki değişikliklerin yani genetik sürüklenmelerin etkisini engeller.).
- Göçler, mutasyonlar gibi gen frekansını doğrudan etkileyecek faktörler olmamalıdır.
- Popülasyondaki bireyler arasında doğal veya yapay yolla bir seçilim gerçekleşmemelidir.

Yukarıdaki koşulların sağlandığı dengedeki bir popülasyonda, genlerin popülasyon içinde bulunma oranları yani frekansları kaç yıl geçerse geçsin sabit kalır.

Bir karaktere etki eden genlerin frekanslarının toplamı %100 yani 1'dir. Örneğin, bir karaktere etki eden baskın "A" ve çekinik "a" genlerinin popülasyondaki oranlarının toplamı %100'dür ("A" geninin frekansı + "a" geninin frekansı = %100).

Hardy-Weinberg prensibinde baskın genin frekansı "p", çekinik genin frekansı ise "q" simgesi ile gösterilmektedir. Bu durumda aşağıdaki eşitlik elde edilir:

$$p + q = 1$$

Popülasyon içindeki genlerin oranlarını gösteren "$p + q = 1$" eşitliğinden yola çıkılarak farklı genotiplerin popülasyon içindeki oranları bulunabilir. Bu eşitlikte her iki tarafın karesi alınır [$(p + q)^2 = (1)^2$] ve böylece "$p^2 + 2pq + q^2 = 1$" eşitliği elde edilir. Bu eşitlik, diploit genotiplerin popülasyondaki oranlarını vermektedir. Eşitlikteki p^2, her iki geni de baskın olan (AA) genotipli bireylerin oranını gösterir. q^2, her iki geni de çekinik olan (aa) genotipli bireylerin oranını; 2pq ise heterozigot (Aa) genotipli bireylerin frekansını göstermektedir:

p^2	+	$2pq$	+	q^2	=	1
AA genotipli bireylerin frekansı		Aa genotipli bireylerin frekansı		aa genotipli bireylerin frekansı		

Aşağıda, Hardy-Weinberg prensibi için bir örnek verilmiştir:

Örnek

10.000 bireyli bir bezelye popülasyonunda baskın olan sarı renk (A) geninin frekansı %80 olsun. Bu durumda çekinik olan yeşil renk geninin (a) frekansı %20 olur.

0,80 + 0,20 = 1

(p + q = 1)

Eşitlikte, her iki tarafın karesi alındığında popülasyondaki bireylerden;

	A	a
A	AA (p^2)	Aa (pq)
a	Aa (pq)	aa (q^2)

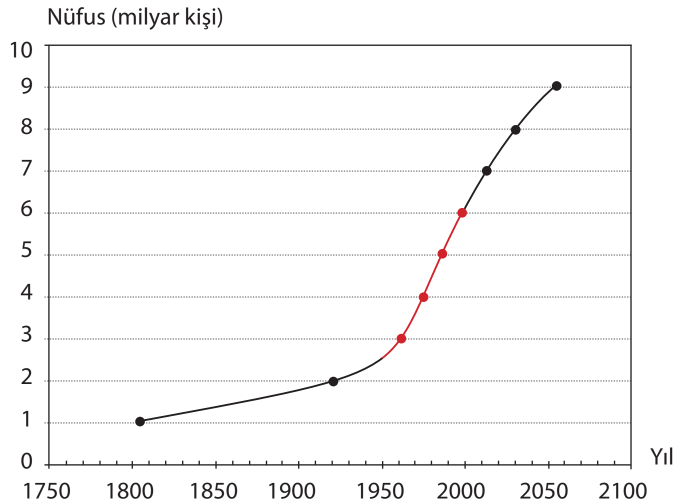
- AA genotipli bireylerin frekansı (p^2) = 0,64
- Aa genotipli bireylerin frekansı (2pq)= 0,32
- aa genotipli bireylerin frekansı (q^2) = 0,04 şeklinde bulunur.

10.000 birey olduğuna göre bireylerden %64'ü (6400 birey) AA, %32'si (3200 birey) Aa, %4'ü ise (400 birey) aa genotipine sahiptir.

2.3.İNSAN POPÜLASYONUNUN ARTIŞI VE DÜNYANIN TAŞIMA KAPASİTESİ

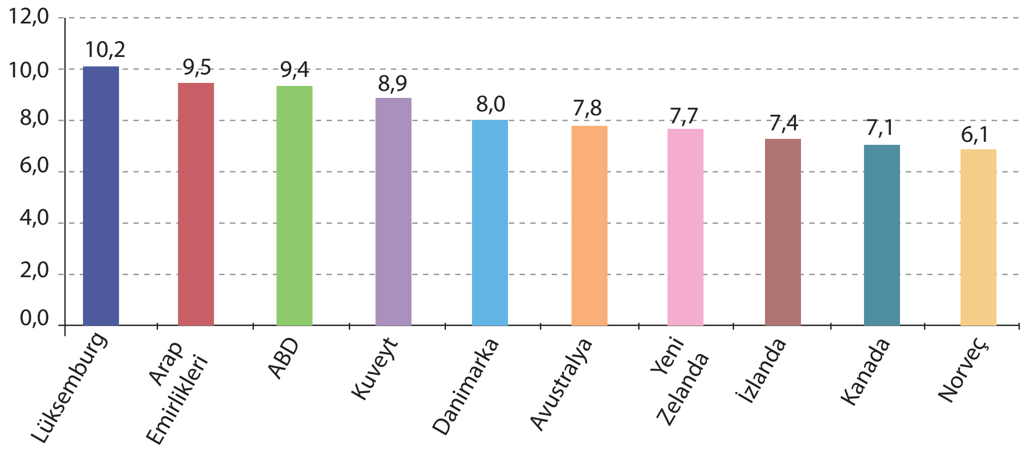
İnsanlar da dünya üzerinde diğer canlılar gibi popülasyon oluştururlar. İnsan popülasyonu, 20. yüzyıldan itibaren çok hızlı bir şekilde artmaya başlamıştır. Buna bağlı olarak kaynaklar aşırı tüketilmeye başlanmış, çevre sorunları ortaya çıkmış, diğer türler tehlike altına girmiş ve bazı canlıların nesilleri tükenmeye başlamıştır. Grafik 3.9'da da görüldüğü gibi 1950'li yıllarda başlayan insan popülasyonundaki üstel büyüme bu şekilde devam edecek olursa yapılan tahminlere göre 2025 yılında dünya nüfusu 8 milyarı geçecektir. Günümüzde dünya nüfusunun 7 milyar civarında olduğu bilinmektedir ve her yıl dünya nüfusunda Türkiye'nin nüfusu kadar yani yaklaşık 80 milyon artış olmaktadır. Bitki ve hayvanların evcilleştirilmesi, değişen tarım ve hayvancılık teknolojileri, tıbbi alandaki gelişmeler sonucunda hastalıkların etkilerinin azaltılması ve yaşam süresinin uzaması, insan popülasyonunda diğer canlılarda görülemeyecek bir artışa neden olmuştur. 19. yüzyılın sonlarında 1 milyar olan insan popülasyonu, sadece 125 yıl sonra 7 milyara çıkmıştır. Kaynaklar hızla azalırken insan popülasyonunun bu hızla artması sonucu, yeryüzünün

Grafik 3.9 Yıllara Göre Dünyanın Nüfus Artışı



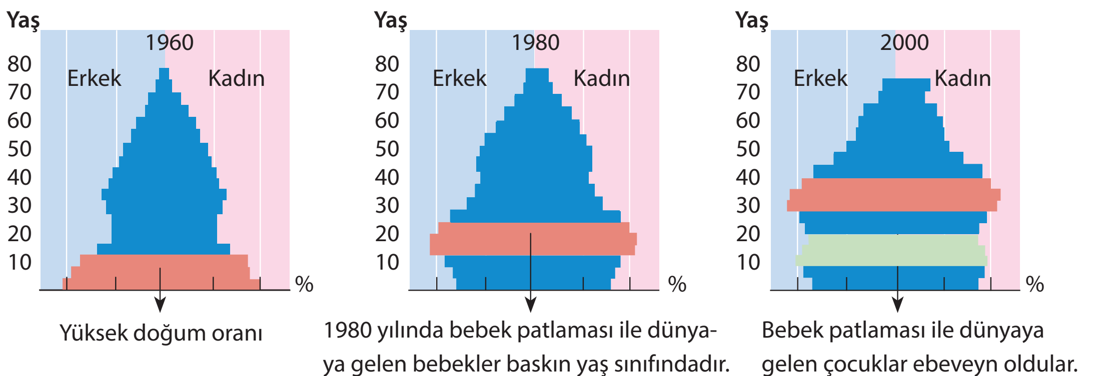
taşıma kapasitesine ulaşacağı düşünülmektedir. Peki, yeryüzünün insan için taşıma kapasitesi nedir? Bu sorunun cevabı yıllardır bilim insanları tarafından tartışılmaktadır. Yapılan araştırmalarda besin miktarı, yaşam alanları, salgın hastalıklar önemli çevre dirençleri olarak kabul edilmekte ve yapılan tahminlerin ortalaması 10-15 milyar civarında olmaktadır. Taşıma kapasitesinin tahmininde besin, yakıt, kereste, giyinme, ulaşım, haberleşme gibi gereksinimlerin çeşitleri ve miktarları kullanılmaktadır. Taşıma kapasitesini belirleyen bu ihtiyaçların tamamı, **"ekolojik ayak izi"** kavramı şeklinde özetlenmiştir. Ekolojik ayak izi; bir bireyin, topluluğun ya da faaliyetin tükettiği kaynakların yeniden üretilmesi ve oluşan atıkların bertaraf edilebilmesi için gereksinim duyalan biyolojik olarak verimli toprak ve su alanıdır ve "küresel hektar (kha)" ile ifade edilir. Her ülke için ekolojik ayak izi hesaplanabilir. Grafik 3.10'da, 2009 yılında yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre bazı ülkelerin ekolojik ayak izleri görülmektedir. Türkiye'nin ekolojik ayak izi ise dünya ortalamasına yakın olup kişi başına 2,7 kha'dır.

Grafik 3.10 Ekolojik Ayak İzi Sıralamasında İlk On Ülke



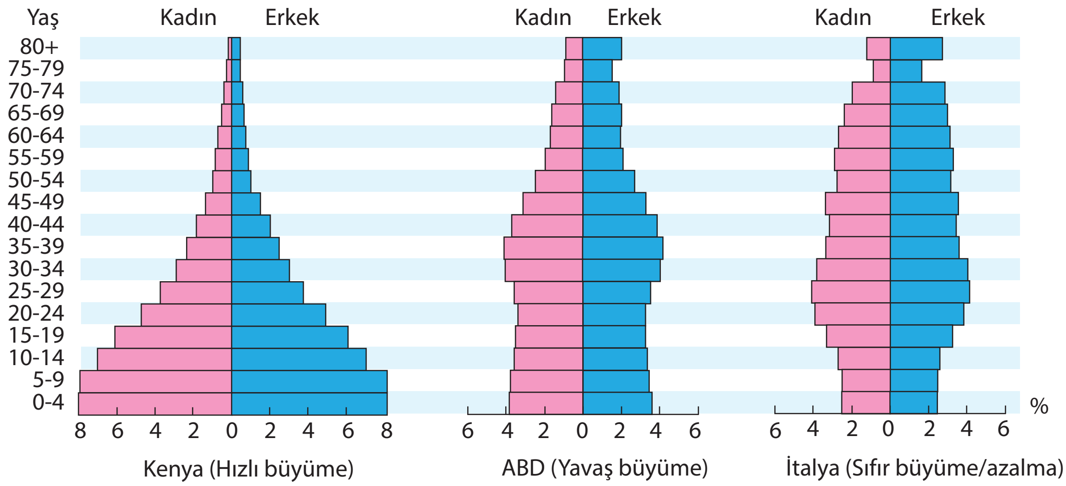
İnsan popülasyonundaki artış ve gelecekte görülecek artış oranları, yaş piramitleri ile de yorumlanabilir. Örneğin; Grafik 3.11'de ABD'nin 1960, 1980 ve 2000 yıllarına ait yaş piramitleri gösterilmiştir. 1960 yılına ait grafikte, 0-15 yaş bireylerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu durum, 1945 ile 1960 yılları arasında ülkede yeni doğan çocuk sayısında büyük bir artış olduğuna işaret etmektedir. Bu yıllar arasında aile başına düşen ortalama çocuk sayısı 2,5'ten 3,8'e yükselmiştir. Doğum oranları 1960'lı yılların sonlarına doğru azalsa bile bebek artışı ile dünyaya gelen nesiller, 1980'li yıllarda anne baba oldukları için doğumlarda tekrar artış gözlenmiştir. Grafikte de görüldüğü gibi ülkelerin yaş dağılımları, popülasyonların büyümelerinde önemli faktörlerden biridir.

Grafik 3.11 ABD'nin 1960, 1980 ve 2000 Yıllarına Ait Yaş Piramitleri



Popülasyonlarda yaş dağılımına bağlı olarak hızlı ya da yavaş büyüme olabilir, hiç büyüme olmayabilir veya küçülme olabilir. Örneğin, Grafik 3.12'de görüldüğü gibi İtalya'da yaş dağılımı dengede olduğundan popülasyonda büyüme veya küçülme olmamakta ve kararlı bir nüfus yapısı korunmaktadır. Kenya 'da ise sayıca çok fazla olan genç bireyler üreme çağına geldiklerinde patlama şeklinde bir popülasyon büyümesine neden olacaklardır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) ise nispeten daha yavaş bir büyüme gözlemlenmektedir. Bu yaş dağılımı grafikleri, sadece popülasyonun yoğunluğu hakkında değil gelecekteki sosyal koşullar hakkında da fikir yürütmeyi sağlar. Örneğin, Kenya'da yakın gelecekte çalışma yaşına gelen bireylerin sayısı fazla olacağından işsizlik, git gide artan bir sorun hâlini alacaktır. Ülkelerin yaş dağılımlarının belirlenmesi, bu şekilde yapılacak yorum ve çalışmalarla geleceği planlamada yardımcı olacaktır.

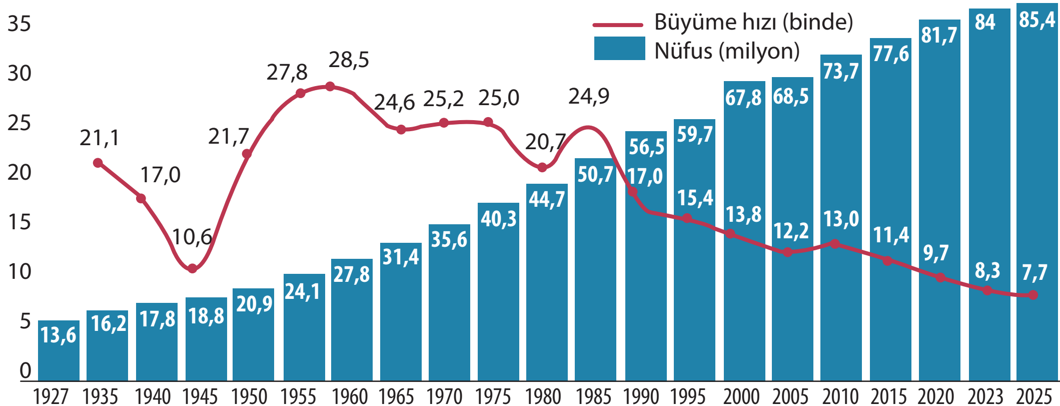
Grafik 3.12 Kenya, ABD ve İtalya'ya Ait Yaş Piramitleri



2.4. TÜRKİYE'DE NÜFUS ARTIŞI VE TARIM ALANLARI

Hızlı nüfus artışı, göç ve çarpık kentleşme diğer bazı ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir sorun olmuştur. Nüfusun büyüklüğü, artış hızı, yaş dağılımı, doğum ve ölüm oranları gibi demografik bilgiler değerlendirildiğinde Cumhuriyet'in ilk yıllarından itibaren ülke nüfusu -artış hızı değişmekle birlikte- sürekli artmaktadır ve Türkiye İstatistik Kurumu tahminlerine göre artmaya da devam edecektir (Grafik 3.13).

Grafik 3.13 Türkiye Nüfusunun Büyüme Hızı



Türkiye'de 1927 yılında yapılan ilk nüfus sayımında nüfus, 13,6 milyon olarak tespit edilmiştir. Savaş koşullarının sona ermesini izleyen yıllarda hızlı nüfus artışı görülmüş ve 1950'li yılların ortalarında Cumhuriyet tarihinin en yüksek artış oranı olan binde 28,5'e ulaşmıştır. Sonraki yıllarda büyüme hızının bu kadar yüksek olmamasına ve son yıllarda iyice düşmesine rağmen hâlâ büyüyen bir nüfus söz konusudur. Artan bu nüfus sayısına bağlı olarak ortaya çıkan ihtiyaçların da giderilebilmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçların başında da besin gereksinimi gelmektedir. Tarım arazileri, besin gereksinimlerini karşılayan önemli faktörlerdendir. Cumhuriyet tarihi boyunca artan nüfusa bağlı olarak artması beklenen ekili tarım arazilerinin miktarı ise beklenenin aksine yıllar içinde azalmaya başlamıştır. Tablo 3.2'de görüldüğü gibi sadece 1990 yılından 2013 yılına kadar geçen sürede bile toplam tarım alanlarında ciddi bir azalma olmuştur.

Tablo 3.2. Türkiye'de Tarım Alanlarının Kapladığı Alanın Yıllara Göre Değişimi

Yıllar	Tarım Alanları (hektar)
1990	27.856
2000	26.379
2002	26.579
2006	25.876
2010	24.394
2011	23.614
2012	23.795
2013	23.811

Tarımsal üretimde nüfus artışı ile ters orantılı olarak gerçekleşen azalma, zaman içinde ne gibi sorunlara yol açacaktır? Artan nüfusa bağlı olarak ihtiyaçlar karşılanamadığından yurt dışından daha fazla gıda ithalatına gidilmesi gerekecek, üretimin artması için ilaç, gübre gibi yapay yollar daha fazla kullanılacağından ürün kalitesi azalacak, birinci ünitede anlatıldığı gibi etkileri tam olarak bilinmeyen GDO'lu tarım ürünleri daha fazla tüketilmeye başlanacaktır.

2.5. DÜNYADA VE ÜLKEMİZDE NESLİ TÜKENEN VE TÜKENMEKTE OLAN CANLILAR

Dünyada artan insan nüfusunun, çeşitli sorunları da beraberinde getirdiği bir önceki konuda anlatılmıştı. Bu sorunlardan biri de günümüzde pek çok bitki ve hayvan türünün neslinin tükenmiş veya tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olmasıdır. Bu canlıların nesillerinin tükenmesinin en önemli sebeplerinin başında değişen iklim koşulları, küresel ısınma, canlıların yaşam alanlarının yok edilmesi sayılabilir. Dinozor gibi bazı hayvanların neslinin, dünyada insan nesli ortaya çıkmadan önce tükenmiş olmasına rağmen birçok hayvanın nesli insan kaynaklı sebeplerle tükenmiştir. Eski çağlarda insanlar sadece beslenmek ve kendilerini korumak için hayvanları avlıyorlardı. Ancak günümüzde bu sebeplerin yanına savaşlarda atılan bombalar, hava-su-toprak kirliliğinin etkisi, avcılık, tarımda kullanılan kimyasallar, bazı hayvanların ticaretinin kontrolsüz olarak yapılması, yeni yerleşim yerlerinin açılması için ormanlık alanların yok edilmesi, orman yangınları gibi birçok sebep de eklenmiştir. Resmî verilere göre 1500 yılından itibaren 784 türün neslinin tükendiği kesin olarak belirlenmiştir. Bilim insanlarının tahminlerine göre de önümüzdeki yıllarda bu tükeniş hızla artarak devam edecektir.

Dünya üzerinde sadece belirli yerlerde bulunan türlere **endemik tür** adı verilir. Ülkemizde de nesli tükenen ve tükenmekte olan birçok canlı, sadece ülkemizde bulunan endemik türlerdir ve ülkemiz için birer zenginlik kaynağıdır. Bu zenginliklerin bizden sonraki nesillerden

alınmış birer emanet olduğunu unutmadan korunmalarını sağlamak ve nesillerinin tükenmelerini önlemek, tüm vatandaşların görevleri arasındadır.

Günümüzde 161 balık türünün bulunduğu Karadeniz'in Türkiye kıyılarında, aralarında mersin morinası, köpek balığı türleri ve orkinosun da bulunduğu 59 balık türünün neslinin tükendiği bilinmektedir. Bu tükenişin başlıca nedenleri olarak da aşırı avlanma, kirlilik ve iklim değişiklikleri gösterilmektedir. Asya fili [*Elephas maximus* (Elefas maksimus)], Asya aslanı [*Panthera leo persica* (Pantera leo persika)] ve Hazar kaplanı [*Panthera tigris virgata* (Pantera tigris virgata)] gibi daha önce Anadolu topraklarında yaşadığı bilinen pek çok canlı neslinin ülkemiz topraklarında tükendiği kesinleşmiştir (Resim 3.19).


(a)


(b)

Resim 3.19 Nesli tükenmiş olan (a) Asya fili, (b) Asya aslanı

Ülkemizde Anadolu parsı [*Panthera pardus tulliana* (Pantera pardus tulyana)] ve yılanboyun kuşunun [*Anhinga melanogaster* (Anhinga melanogaster)] neslinin tükenmek üzere olduğu tahmin edilmektedir (Resim 3.20). Anadolu parsı, ülkemiz için önemli türlerden biridir ve topraklarımızda hâlâ var olup olmadığı zaman zaman tartışma konusu olsa da birkaç bireyinin kaldığı tahmin edilmektedir. Son üyesinin 1974'te Ankara Beypazarı'nda vurulduğu kabul edilen Anadolu parsı neslinin tükendiği sanılırken son yıllarda, kalan çok az üyenin Toroslarda bulunduğu düşünülmektedir. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından Toros Dağları'na, Anadolu parsını görüntüleyebilmek için çok sayıda fotokapan yerleştirilmiştir. Çıkarılan yasalara göre de Anadolu parsı koruma altındadır ve bu türün avlanması yasaktır. Resim 3.20 'de görülen Anadolu parsı fotoğrafı, 1946 yılında İzmir Hayvanat Bahçesinde çekilmiştir.


(a)

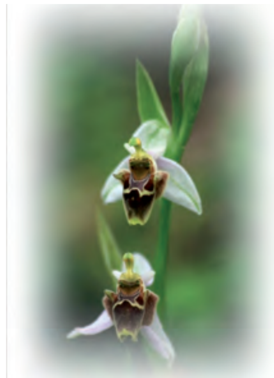

(b)

Resim 3.20 Nesli tükenmek üzere olan (a) Anadolu parsı, (b) yılanboyun kuşu


Araştırınız

Ülkemizde bulunan endemik bitki ve hayvan türlerini araştırınız.

Bunu biliyor musunuz?



Dünyada sadece Antalya'nın Kaş ilçesinde Ağullu köyü sınırları içindeki 10 dekarlık alanda yetişen "Kaş orkidesi" ya da "Likya orkidesi" olarak bilinen Ophrys lycia (Ofiris likya), yok olma tehlikesine karşı koruma altına alınmıştır. Likya orkidesinin yok olma tehlikesinin nedeni, köklerinin salep ve dondurma üretimi amacıyla toplanmasıdır. Bölgede bilinçlendirme çalışmaları yapılarak türün neslinin devamı sağlanmaya çalışılmaktadır.

Bilim ve Teknik, Aralık 2012

Bunu biliyor musunuz?



Dev panda, 1961 yılından beri Dünya Doğayı Koruma Vakfının (World Wide Fund for Nature, WWF) sembolüdür. Ayrıca ana vatanı olan Çin'in de resmî olmayan ulusal amblemidir. Siyah-beyaz kürküyle dikkat çeken bu sevimli hayvanların boyu yaklaşık 1,5 m, ağırlığı ise 100-150 kg arasındadır. Bambu ormanlarında yaşayan dev pandalar, günde 12-38 kg kadar bambu yiyerek hayatta kalır.

http://wwf.panda.org (Erişim Tarihi: 02.04.2015)

Ülkemizde hâlâ yaşayan ve nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya kaldığı için koruma altına alınan birçok tür bulunur. Bunlardan bazıları, alageyik [*Dama dama* (Dama dama)], kelaynak [*Geronticus eremita* (Gerontikus eremita)], telli turna [*Anthropoides virgo* (Antropoides virgo)], Acem ceylanı [*Gazella subgutturosa* (Gazella subgutturoza)], kolan balığı [*Acipenser sturio* (Asipenser sturio)], Akdeniz foku [*Monachus monachus* (Monakus monakus)], sevgi çiçeği [*Centaurea tchihatcheffii* (Sentaurea çihatçefi)] ve kardelen [*Galanthus* (Galantus)] dir (Resim 3.21). Bu türler, listenin çok küçük bir kısmıdır. Her biri ülkemizin ayrı birer zenginliği olan onlarca başka türün de nesli tehlike altındadır.


(a)


(b)


(c)


(ç)


(d)


(e)


(f)


(g)

Resim 3.21 Nesli tükenme tehlikesi altında olan (a) alageyik, (b) kelaynak, (c) telli turna, (ç) Acem ceylanı, (d) kolan balığı, (e) Akdeniz foku, (f) sevgi çiçeği ve (g) kardelen



Araştırınız

Günümüzde, soyu tükenme tehlikesi altında olan canlılar hangileridir? Araştırınız.

Dünyada da durum ülkemizden farksızdır. Dünya üzerinde günümüze kadar dinozorlar, mamutlar [*Mammuthus* (Mamutus)], kılıç dişli kaplanlar [*Smilodon* (Smilodon)], Tazmanya kaplanı [*Thylacinus cynocephalus* (Tilasinus kinosefalus)], moa kuşu [*Megalapteryx didinus* (Megalapteriks didi-

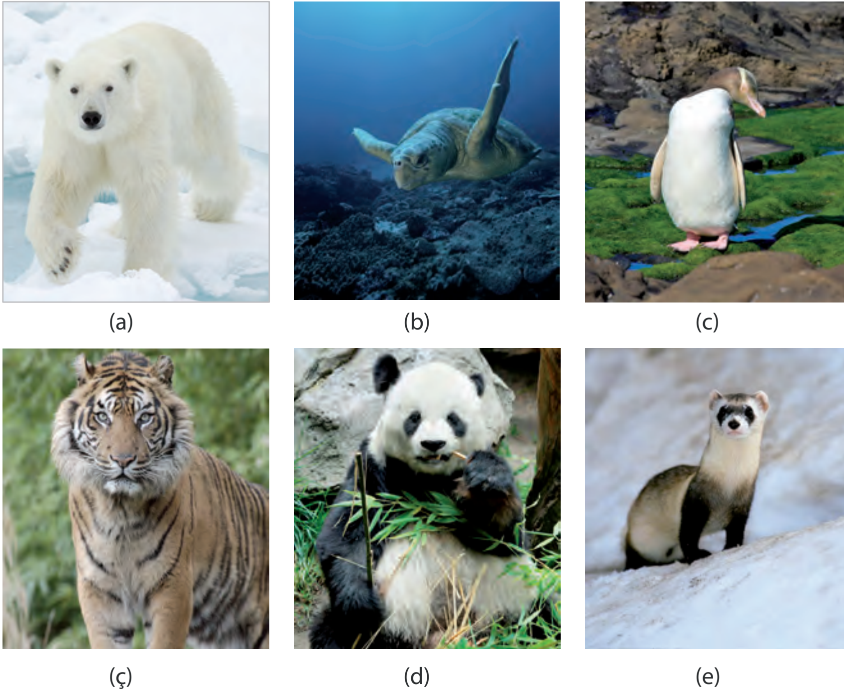
nus)] gibi birçok canlının nesli, çevresel faktörler veya insan müdahalesi nedeniyle yok olmuştur (Resim 3.22).



(a) (b)

Resim 3.22 Dünyada nesli tükenen canlılardan olan (a) mamut, (b) kılıç dişli kaplan

Dünyada sayıları çok az kalan ve nesilleri tükenmekte olan hayvanlara ise kutup ayısı [*Ursus maritimus* (Ursus maritumus)], deniz (sini) kaplumbağası [*Caretta caretta* (Karetta karetta)], Sumatra kaplanı [*Panthera tigris sumatrae* (Pantera tigris sumatre)], panda [*Ailuropoda melanoleuca* (Ailuropoda melanolöka)], siyah ayaklı dağ gelinciği [*Mustela nigripes* (Mustela nigripes)] gibi türler örnek verilebilir (Resim 3.23).



(a) (b) (c)

(ç) (d) (e)

Resim 3.23 Dünyada nesli tükenme tehlikesi altında olan (a) kutup ayısı, (b) deniz kaplumbağası, (c) Galapagos pengueni, (ç) Sumatra kaplanı (d) panda, (e) siyah ayaklı dağ gelinciği

Canlıların neslinin tükenmesi, besin zincirlerinin bozulmasına neden olduğu için bu durumdan diğer canlılar da etkilenir. Zamanla sorun büyür ve başka canlıların da nesillerini tehdit eder. Sonuç olarak yeryüzündeki doğal denge, bu durumdan doğrudan etkilenir.



Araştırınız

İnternet'te bulunan farklı web sayfalarındaki programlardan yararlanarak ekolojik ayak izinizi öğreniniz. Kendi sonucunuzu, arkadaşlarınızın ekolojik ayak iziyle karşılaştırarak yorumlayınız.

Bunu biliyor musunuz?

Okyanuslardaki köpek balıklarının çoğu, soylarının tükenmesi tehlikesiyle karşı karşıyadır. Köpek balıkları çok yavaş üredikleri için aşırı avlanmadan çok etkilenmektedir. Cildi yenilemek ve gençleştirmek için krem üretiminde kullanılan köpek balığı yüzgecinin aynı zamanda afrodizyak etkisi vardır. Ayrıca zenginlik göstergesi olarak seçkin toplantılarda ve yemeklerde çorba olarak tüketilmektedir. Uluslararası Köpek Balığı Saldırıları Dosyasına göre her yıl 30 ile 70 milyon arasında köpek balığı, yüzgeci için öldürülmektedir. Bilim insanları köpek balıkları için küresel avlanma sınırlamaları getirilmesini, yüzgeçleri için avlanmalarına son verilmesini ve hata sonucu yakalanmalarını en aza indirecek önlemlerin alınması gerektiğini belirtmektedirler.

http://wwf.panda.org
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

OKUMA METNİ

SOYU TEHLİKEDEKİ GÜNDÜZ YIRTICIMIZ ŞAH KARTAL



Çoğu yırtıcı hayvan gibi kartal türleri de kahramanlık sembolüdür ve birçok ülkede spor kulüplerinin armalarını süsler. Şah kartal, oldukça geniş kanat açıklığı ve büyük gövdesiyle kartal türleri içinde en iri olanıdır. Kanat açıklıkları 214 cm, boyları ise 92 cm kadar olabilir. Ergin bireylerin sırt kısmı, siyah ile kahverengi arasında değişen renklerdedir. Ense kısmında pelerine benzeyen beyaz bir benek vardır. Bundan dolayı adını şah kartal ya da imparator kartal olarak almıştır. Baş kısımlarındaysa beyaz benekler bulunur. Karın kısımları sarımsı kahverengidir. Genç bireyler, erginlere göre daha açık renklidir.

Şah kartal, ülkemiz dışında, Kıbrıs dâhil olmak üzere Güney Avrupa'dan Güney Rusya'ya kadar olan bölgelerde yaşar. Bununla birlikte kış göçü nedeniyle Afrika, Hindistan ve Güney Çin'de de bulunur. Daha çok ormanlık yerlerde yaşamayı tercih eder. Şah kartala yaşlı ormanlar, tepelik yerler, dağlar, nehir boyları gibi yerlerde de rastlanır. Açık alanlar ve sulak alanlar, başlıca avlanma alanlarıdır. Yuvasını büyük bir şekilde, ağaçların en tepesine yapar. Dişileri yılda iki, bazen üç tane yumurtlar. Kuluçka dönemleri yaklaşık 43-45 gün sürer. Hem anne hem baba kuluçkaya yatar. Yumurtadan ilk çıkan yavru, her zaman avantajlı olur. Bu yavru, diğer yavrulardan daha erken büyümeye başlar. İlk zamanlardan itibaren daha fazla yiyecek yer ve sıklıkla küçük yavruya saldırır. Sonuçta hayatta kalan ilk yavru olur. 60 günlük bir süre sonunda yavru, uçmaya hazır hâle gelir. İlk olarak annesinin yanında uçmaya başlar ve kendi başına avlanacak duruma gelinceye kadar annenin yanında kalır. Şah kartallar, diğer avcı kuşlar gibi genellikle tavşan, yer sincabı gibi küçük memelileri avlar. Bunun yanında bazı sürüngenler ve kuşları da avlayabilir. Avlanırken ilk olarak açık alanların ve orman kenarlarının üzerinde yavaş biçimde uçar. Çok iyi görme becerisi olan gözleri sayesinde avlarının yerini belirler ve sonra hızlı biçimde aşağıya doğru süzülerek onları yakalar. Şah kartallar, hayatlarının büyük kısmında tek yaşar. Göç zamanı yaklaşınca 10 kadar birey, bir araya gelir ve göç etmeye başlar. Göç sırasında altı hafta gibi kısa bir sürede 8.000 km kadar yol aldıkları bilinmektedir.

Şah kartalların soyları, çoğu yabani tür gibi tehlike altındadır. Bu türün soyunun tehlike altına girmesinin en büyük nedeni, yaşam alanlarının gittikçe daralmasıdır. Yeniden ağaçlandırma amaçlı orman kesimleri, özellikle yaşlı ormanların tahrip edilmesi, yasa dışı ağaç kesimi, şah kartalların avlarının tarımsal etkenlerden (ilaçlama vb.) dolayı azalması soylarını tehdit eden başlıca olaylardır. Bundan dolayı şah kartalların soyu, Dünya Doğa Koruma Birliği tarafından "hassas" derecede tehlike altında ilan edilmiş ve şah kartallar koruma altına alınmıştır.

Bülent Gözcelioğlu
Bilim ve Teknik, Eylül 2009
(Kısaltılmıştır.)

2. ETKİNLİK: NESLİ TEHLİKEDE OLAN TÜRLER



Amaç: Nesli tehlikede olan türlerin korunmasının önemini kavrama

Araç Gereç: büyük karton; farklı renklerde, kalın uçlu keçeli kalemler

Uygulama

1. Sınıfta dört ya da beş kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Aşağıdaki tabloyu grubunuzdaki arkadaşlarınızla büyük bir şekilde, karton üzerine çiziniz.

Derse gelmeden önce ülkemizde ve dünyada nesli tükenme tehlikesi altında olan türleri araştırınız.

Ülkemizde nesli tehlikede olan...			
bitki türü:	Türün nesli neden tehlikede?	Türün yok olmasının olası sonuçları nelerdir?	Türün devamı için alınabilecek önlemler nelerdir?
hayvan türü:	Türün nesli neden tehlikede?	Türün yok olmasının olası sonuçları nelerdir?	Türün devamı için alınabilecek önlemler nelerdir?
Dünyada nesli tehlikede olan...			
bitki türü:	Türün nesli neden tehlikede?	Türün yok olmasının olası sonuçları nelerdir?	Türün devamı için alınabilecek önlemler nelerdir?
hayvan türü:	Türün nesli neden tehlikede?	Türün yok olmasının olası sonuçları nelerdir?	Türün devamı için alınabilecek önlemler nelerdir?

3. Araştırarak edindiğiniz bilgiler doğrultusunda grup arkadaşlarınızla birlikte çizdiğiniz tabloda, soruların olduğu hücrelere cevapları yazınız.

Sonuç

Bütün gruplar tablolarını tamamladıktan sonra kartonları sırayla tahtaya asarak yazılan örnekleri tartışınız. Türlerin neslinin devamı için alınabilecek önlemler konusunda önerilerinizi paylaşınız.

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "popülasyon ekolojisi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. demografi	2. ekolojik ayak izi	3. gen frekansı	4. taşıma kapasitesi	5. dış göç
6. doğum	7. ölüm	8. popülasyon	9. endemik tür	10. iç göç

a) Aynı türe ait canlıların belirli bir zamanda, sınırlı bir alanda oluşturduğu topluluğa .... adı verilir.

b) Bir habitatın bozulma olmaksızın ihtiyaçlarını karşılayabildiği maksimum birey sayısına .... denir.

c) Tüketilen kaynakların yeniden üretilmesi ve oluşan atıkların bertaraf edilebilmesi için gereksinim duyulan, biyolojik olarak verimli toprak ve su alanı miktarına .... denir.

ç) Dünya üzerinde sadece belirli yerlerde bulunan canlı türlerine .... adı verilir.

d) Popülasyonların büyümesi .... ve .... ile küçülmesi ise .... ve .... olaylarındaki artışlarla meydana gelir.

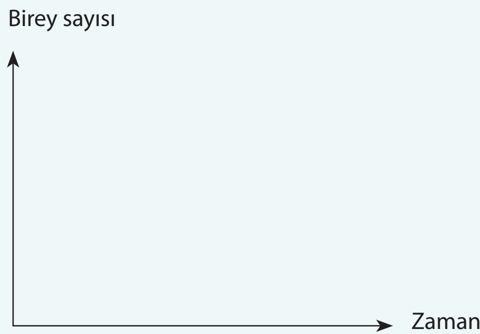
2. Üstel ve lojistik büyüme kavramlarını kısaca açıklayıp bu kavramların grafiklerini çiziniz.

Üstel büyüme: ....

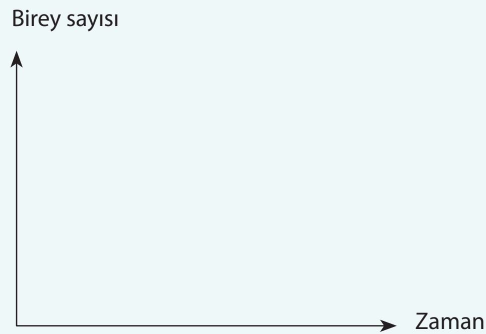
....

Lojistik büyüme: ....

....



Üstel büyüme grafiği



Lojistik büyüme grafiği

3. Baskın genin frekansının 0.7 olduğu 300 kişilik bir popülasyonda;

a) Çekinik genotipli birey sayısı kaçtır? ....

b) Homozigot bireylerin frekansı kaçtır?..

c) Homozigot baskın genotipli birey sayısı kaçtır? ....

III. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler için "doğru" veya "yanlış" seçeneğini işaretleyiniz.

	Doğru	Yanlış
1. Mutualizm birlikteliğinde iki canlı arasında karşılıklı fayda sağlanır.	○	○
2. Komünite içerisinde farklı türden canlılar bulunur.	○	○
3. Kutuplarda tür çeşitliliği fazladır.	○	○
4. Komünitelerin kesişim bölgelerine ekoton denir.	○	○
5. Rekabet, sadece farklı türde canlılar arasında görülebilir.	○	○
6. Bir canlının ekosistemdeki görevine ekolojik niş adı verilir.	○	○
7. Saprofit beslenen canlılar, ökaryot veya prokaryot hücre yapısına sahip olabilirler.	○	○
8. İç parazitlerin sindirim sistemleri gelişmemiştir.	○	○
9. Dış parazit canlılar konak değiştiremezler.	○	○
10. Ökse otu, tam parazit bitki örneğidir.	○	○
11. Süksesyonlar sonucunda komünitenin kararlı bir hâl almasına klimaks adı verilir.	○	○
12. Popülasyon dinamiklerinin zaman içerisindeki değişimlerinin incelenmesine ve bu değişimlerin nedenleri üzerinde çalışılmasına demografi denir.	○	○
13. Popülasyondaki bireylerin taşıdıkları genlerin toplamına gen frekansı denir.	○	○
14. Göçler, rastgele olmayan eş seçilimleri gibi faktörler popülasyondaki gen frekansını değiştirir.	○	○
15. Bir ülkenin ekolojik ayak izinin büyümesi, çevreye daha az zarar verildiğini gösterir.	○	○
16. Dünya üzerinde sadece belirli yerlerde bulunan türlere endemik tür adı verilir.	○	○

B. Aşağıdaki tabloda, "komünite ve popülasyon ekolojisi" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. simbiyoz yaşam	2. saprofit	3. çevre direnci	4. popülasyon dinamikleri	5. taşıma kapasitesi
6. parazit	7. komünite	8. konak	9. klimaks	10. demografi

1. Süksesyonlar sonunda kararlı bir hâl alan komünitenin değişmeden devam etmesine .... adı verilir.

2. Popülasyonların kendilerine ait bir birey sayısı, yoğunluğu, büyüklüğü, taşıma kapasitesi, dağılımı ve bireylerinin yaş dağılımı gibi özelliklerinin tamamına .... adı verilir.

3. Sınırlı bir çevre içinde bulunan ve farklı türde canlıların oluşturdukları canlı topluluklarına .... adı verilir.

4. Aynı komünitede yaşayan farklı iki tür canlının bir arada yaşama şekline .... adı verilir.

5. Popülasyondaki bireylerin üreme ve yaşama şansını sınırlayan çevresel faktörlerin tamamına .... adı verilir.

6. Popülasyon dinamiklerinin zaman içerisindeki değişimlerinin incelenmesine ve bu değişimlerin nedenleri üzerinde çalışılmasına .... denir.

7. Başka bir canlının üzerinde yaşayarak o canlıya zarar verene .... denirken zarar gören canlıya .... adı verilir.

C. Aşağıdaki tabloda verilen kavramlarla örnek canlıları eşleştiriniz (Bir kavramı birden fazla canlı ile eşleştirebilirsiniz.).

Kavramlar	Canlılar
1 Dış parazit	a) Canavar otu
2 Popülasyon	b) Planarya
3 Tam parazit	c) Pire
4 Yarı parazit	ç) Ökse otu
5 İç parazit	d) Küsküt otu
	e) Bit
	f) Van Gölü'ndeki inci kefalleri

D. 1. Zorunlu ve gevşek mutualizm kavramlarını açıklayarak bu kavramlara örnek veriniz.

....

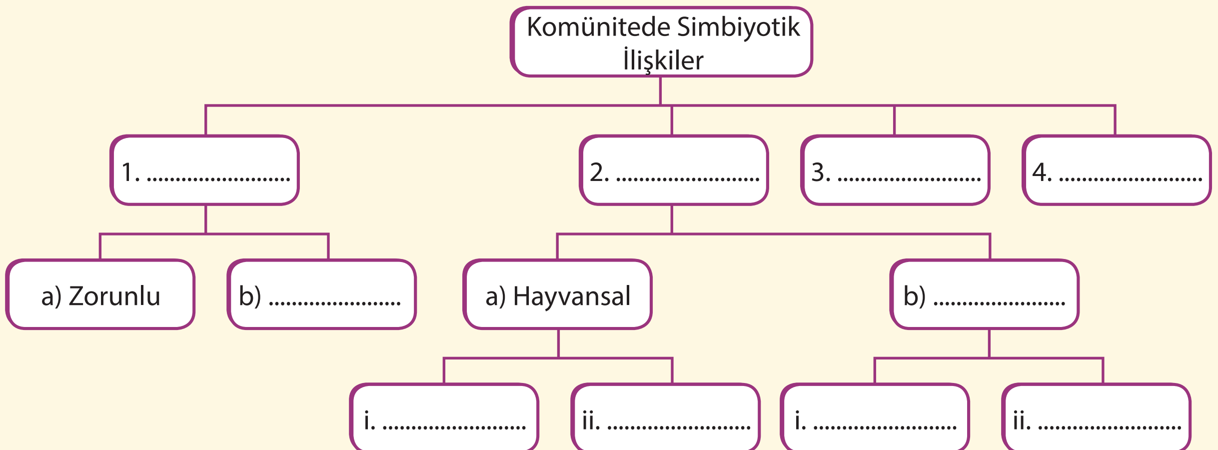
....

2. Popülasyonlarda görülen dağılım türlerini açıklayınız.

....

....

E. Aşağıda, komünitelerde görülen simbiyotik ilişkileri gösteren diyagramı tamamlayınız.



III. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. Aşağıdakilerden hangisi, popülasyonun yoğunluğunu azaltan faktörlerden değildir?

A) Salgın hastalıklar

B) Doğal afetler

C) Dışa göçlerin artması

D) Besin kıtlığı

E) Doğum oranının artması

2. Bir popülasyonda yaşayabilecek en fazla birey sayısına "taşıma kapasitesi" denir. **Taşıma kapasitesine yaklaşmış bir popülasyon için;**

I Rekabet artar.

II. Doğum oranı artar.

III. Dışa göçler artar.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

3. Yarı parazit bitkiler ile ilgili olarak;

I. Kloroplast taşırlar.

II. Üzerinde yaşadığı bitkiden sadece inorganik besin alırlar.

III. Tohumla ürerler.

açıklamalarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

4. Hayvansal parazitler ile ilgili olarak;

I. Sindirim sistemleri gelişmiştir.

II. Duyu organları gelişmiştir.

III. Konak canlıya zarar verirler.

IV. Hızlı üreme yeteneğine sahiptirler.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri ortaktır?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV

D) III ve IV E) II, III, IV

5. İnsan vücudunda yaşayabilen;

I. Kalın bağırsakta yaşayan, B ve K vitamini sentezleyen bakteriler

II. İnce bağırsakta yaşayan ve sindirilmiş besinleri kullanarak yaşayan tenya

III. Saç köklerinde yaşayan bit

canlılarından hangisi ya da hangileri insan ile mutualist olarak yaşar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

6. Bitki türleri arasında;

I. Işık

II. Mineral

III. CO_2

gibi faktörlerden hangisi ya da hangileri için rekabet görülebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

7. Arka arkaya gerçekleşen süksesyonlar sonucunda ortaya çıkan kararlı, dengeli ve uzun süreli yaşayan bitki toplulukları aşağıdakilerden hangisi ile adlandırılır?

A) Komünite B) Klimaks C) Baskın tür

D) Popülasyon E) Biyom

8. Komünitelerle ile ilgili olarak;

I. Farklı türler bulundurur.

II. Barındırdığı canlılar arasında rekabet görülebilir.

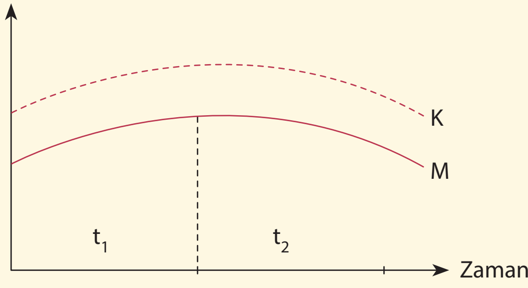
III. Farklı beslenme şekillerine sahip türleri barındırabilir.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

9.



Aralarında simbiyoz birliktelik görülen K ve M türleri, t_1 zaman aralığında beraber yaşarken t_2 zaman aralığında ayrıldıklarında birey sayılarını gösteren grafik yukarıda gösterilmiştir.

Buna göre K ve M türleri arasındaki simbiyoz birliktelik aşağıdakilerden hangisidir?

A) Parazitlik B) Mutualizm

C) Kommensalizm D) Amensalizm

E) Rekabet

10. Aşağıdaki ekolojik terimlerden hangisi "tüketilen kaynakların yeniden üretilmesi ve oluşan atıkların bertaraf edilebilmesi için gereksinim duyulan, biyolojik olarak verimli toprak ve su alanları" olarak tanımlanır?

A) Ekolojik ayak izi

B) Süksesyon

C) Karbon ayak izi

D) Baskın tür

E) Popülasyon

11. Komünitelerin kesişim noktaları olan ekoton bölgeleri ile ilgili olarak;

I. Tür çeşitliliği fazladır.

II. Canlıların tolerans aralıkları fazladır.

III. Birey sayısı fazladır.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

12. Popülasyonu oluşturan canlılarla ilgili olarak;

I. Çiftleştiklerinde verimli döl verebilirler.

II. Beslenme şekilleri aynıdır.

III. Kromozom sayıları aynıdır.

IV. Protein yapıları aynıdır.

özelliklerinden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV

D) I, II ve III E) II, III, IV

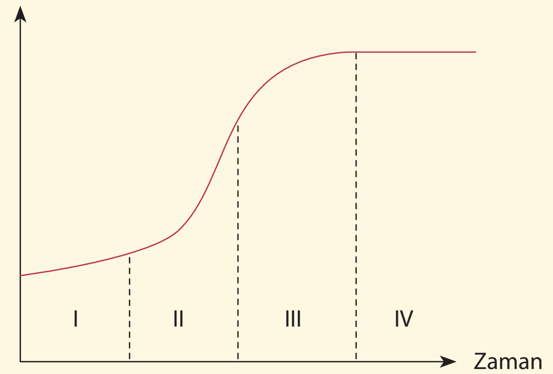
13. Aşağıdakilerden hangisi tür çeşitliliğini etkileyen cansız faktörlerden <u>değildir</u>?

A) Işık B) Nem

C) Sıcaklık D) Yağış

E) Rekabet

14.



Yukarıda, bir popülasyonun zamana bağlı birey sayısındaki değişim gösterilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?

A) I. zaman aralığında artış görülmez.

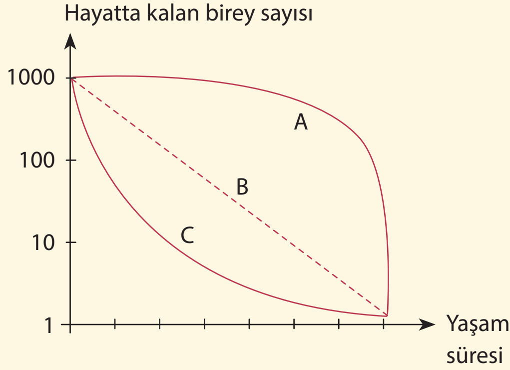
B) II. zaman aralığında çevre direnci artar.

C) III. zaman aralığında büyüme hızı yavaşlar.

D) III. zamandaki çevre direnci II. zamandakinden fazladır.

E) IV. zaman aralığındaki doğum oranı, ölüm oranından fazladır.

15.



Yukarıdaki grafikte A, B ve C türlerine ait yaşam süresi grafikleri verilmiştir.

Buna göre;

I. A popülasyonunda yavru bakımı görülür.

II. C popülasyonunda oluşturulan yavru sayısı fazladır.

III. B popülasyonuna kuş popülasyonları örnek olarak verilebilir.

yargılarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

16. Sucul komünitelerde tür çeşitliliğini etkileyen en önemli faktör aşağıdakilerden hangisidir?

A) Suyun derinliği

B) Suyun PH'ı

C) Suyun tuzluluğu

D) Sudaki akıntı

E) Sudaki mineraller

17. Aynı ekolojik nişe sahip farklı iki tür canlı arasında;

I. Av-avcı ilişkisi görülebilir.

II. Besin rekabeti görülebilir.

III. Çiftleşerek verimli döller verebilir.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

18. Birincil süksesyon ile ilgili olarak;

I. Daha önce canlıların yaşamadığı alanlarda ortaya çıkar.

II. Toprak bulunmadığından ilk ortaya çıkan canlılar, genellikle alg ve liken türü canlılardır.

III. Zaman içinde dengeli hâle gelebilir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

19. Komünitelerdeki tür çeşitliliğini;

I. Sıcaklık

II. Işık

III. Nem

faktörlerinden hangileri etkileyebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

20. Aynı türe ait farklı popülasyonlarla ilgili olarak;

I. Birey sayıları

II. Yaş dağılımları

III. Bölgedeki dağılımları

özelliklerinden hangileri aynı olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) I, II ve III

21. Ekoton bölgeleri ile ilgili olarak;

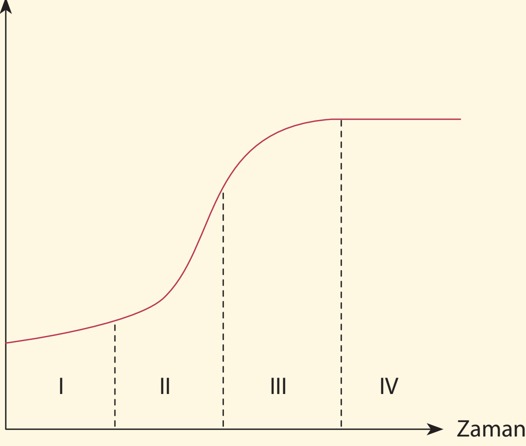
I. Rekabet fazladır.

II. Tür çeşidi fazladır.

III. Tür içi birey sayısı fazladır.

özelliklerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II D) I ve III E) II ve III

22. 

Yukarıda, bir popülasyonun S eğrisi şeklindeki büyüme grafiği gösterilmiştir.

Buna göre IV. zaman aralığı için;

I. Doğum oranı ile ölüm oranı birbirine yaklaşır.

II. Çevre direnci en yüksek seviyededir.

III. Popülasyon taşıma kapasitesine ulaşmıştır.

IV. Popülasyonun üreme hızı yüksektir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV

D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

23. Aşağıdaki tabloda, üç farklı ülkede yaşayan insanların yaş gruplarına göre dağılış yüzdeleri verilmiştir.

Ülke	0-15	15-40	40-60	60 ve Üzeri
I	%10	%20	%30	%40
II	%40	%25	%20	%15
III	%25	%25	%25	%25

Bu üç ülkedeki büyüme hızı, büyükten küçüğe doğru hangi seçenekte doğru verilmiştir?

A) I-II-III B) II-I-III C) III-I-II

D) II-III-I E) I-III-II

24. Aşağıdaki tabloda, iki farklı tür arasındaki simbiyoz ilişki türlerinden üç tanesi I, II ve III olarak gösterilmiştir. Bu ilişki türlerinin canlılar üzerindeki etkileri +, –, 0 olarak gösterilmiştir.

İlişki Çeşidi	A Canlısı	C Canlısı
I	+	+
II	+	0
III	+	-

+: Yararlı etki,

–: Zararlı etki

0: Etkisiz

Buna göre tabloda I, II ve III olarak gösterilen simbiyoz yaşam şekilleri, aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?

	I	II	III
A)	Mutualizm	Kommensalizm	Parazitlik
B)	Kommensalizm	Mutualizm	Parazitlik
C)	Amensalizm	Kommensalizm	Mutualizm
D)	Parazitlik	Mutualizm	Kommensalizm
E)	Mutualizm	Amensalizm	Parazitlik

25. **Parazit bitkilerle ilgili olarak;**

I. Fotosentez yapma

II. Üzerinde yaşadığı bitkiden su ve mineral alma

III. Emeçlerini, üzerinde yaşadığı bitkinin soymuk borularına uzatma

özelliklerinden hangisi ya da hangileri, yarı parazit ve tam parazit bitkilerde ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

26. Bazı mantarlar, bitki köklerinde yaşayarak bitkinin su ve mineral emilimini artırır. Bunun karşılığında bitkiden organik besin alır.

Bitki kökleri ile mantarlar arasındaki yaşam şekli, aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

A) Mutualizm B) Kommensalizm
C) Parazitlik D) Amensalizm
E) Rekabet

27. Popülasyonlara etki eden;

I. Salgın hastalıkların artması
II. Yaşam alanının daralması
III. Rekabetin azalması

faktörlerinden hangisi ya da hangileri, çevre direncinin artmasına neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

28. Komünitelerle ilgili olarak;

I. Süksesyonlar görülebilir.
II. Farklı türler bulundurur.
III. Canlı ve cansız faktörlerden etkilenir.

açıklamalarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

29. Nesli tükenmekte olan bir canlı ile ilgili olarak;

I. İklim değişiklikleri
II. Çevre kirliliği
III. Kontrolsüz avlanma

olaylarından hangileri, canlının neslinin tükenme sürecini hızlandırır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

30. Popülasyonlarda gerçekleşecek göç faaliyetleri sonucunda;

I. Popülasyondaki birey sayısı
II. Popülasyonun bireylerine etki eden çevre direnci
III. Popülasyondaki bireylerin yaş dağılımı
IV. Popülasyondaki bireylerin kromozom sayısı

özelliklerinden hangileri değişebilir?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

31. Canlılar arasında görülen etkileşimlerden;

I. Mutualizm
II. Kommensalizm
III. Rekabet
IV. Parazitlik

etkileşimlerinden hangilerinde, canlılardan en az biri fayda sağlar?

A) I ve II B) I, II ve III
C) I, II ve IV D) II, III ve IV
E) I, II, III ve IV

32. Doğal ortamında yaşayan bir popülasyonda gerçekleşecek;

I. Alan daralması
II. Rekabetin azalması
III. Besin miktarının artması

olaylarından hangisi ya da hangileri, popülasyonun taşıma kapasitesini artırır?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

IV. ÜNİTE

HAYATIN BAŞLANGICI VE EVRİM

1. Hayatın Başlangıcı
2. Evrim



Resimde gördüğünüz canlı, kertenkele kalçalı dinozorlardan olan *Ampelosaurus* (Ampelosorus) cinsine ait bir dinozordur. Bu dinozor; uzun boynu, uzun kuyruğu, gövdesine göre küçük olan kafası ve kalın bacakları ile tanınır. Bu ve bunun gibi birçok dinozor, yaklaşık 65 milyon yıl önce yok olmuştur. Fosillerin incelenmesi sonucu elde edilen bu şekildeki bilgiler, Dünya'nın daha önce nasıl bir yer olduğu, Dünya'da hangi canlıların yaşadığı konusunda önemli ipuçları vermektedir.

Bu ünitede Dünya'da yaşamın nasıl başladığı ile ilgili görüşler, yeryüzünün ve canlıların geçirdiği/geçirmekte olduğu değişimler anlatılacaktır.



1. BÖLÜM

HAYATIN BAŞLANGICI

Resimde gördüğünüz taşlaşmış ağaç gövdesi, Amerika'nın Arizona Eyaleti'nde günümüzde açık hava müzesi olarak hizmet veren "Taşlaşmış Orman Millî Parkı"ndaki fosil ağaçlardan birine aittir. Yaklaşık 20 milyon yıl önce silisyum yönünden zengin volkanik göller çevresindeki ya da volkanik faaliyetlere bağlı yoğun silisyum taşınmasının olduğu ortamlardaki ağaçlar, hücre çeperlerinde ve hücre boşluklarında mineral birikmesi sonucu taşlaşmıştır. Taşlaşan bu ağaçlar, daha sonraki evrelerde yaşanan volkan patlamaları sonucu volkan külleri ve lavları ile örtülmüştür. Bu volkanik örtü, taşlaşmış ağaç fosillerinin milyonlarca yıl öncesinden günümüze kadar korunmasını sağlamıştır. Bu tür bulguların benzerlerini Dünya'nın farklı yerlerinde görmek mümkündür. Örneğin, Yunanistan'ın Midilli Adası'nda, ülkemizde Ankara'nın Kızılcahamam ve Çamlıdere ilçelerinde taşlaşmış ağaç fosilleri bulunmaktadır. Yeryüzünde daha önce yaşamış canlılara ait bilgilere bu örneklerdeki gibi fosil bulgular sayesinde ulaşılmaktadır. Dolayısıyla fosiller, Dünya'daki canlıların geçmişi hakkında önemli bilgi kaynaklarıdır.

Bu bölümde hayatın başlangıcı, Dünya'nın oluşum süreci ve bu süreçte canlı çeşitliliğindeki değişimler hakkında bilgi verilecektir.

Kavramlar/Terimler

1. Biyogenez
2. Ototrof hipotezi
3. Fosil
4. Panspermia
5. Heterotrof hipotezi
6. Jeolojik zamanlar

1. HAYATIN BAŞLANGICI

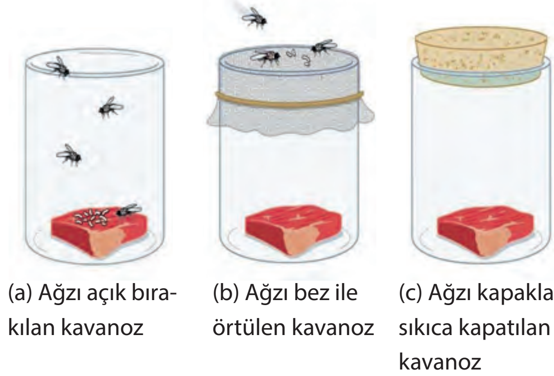
1.1. HAYATIN BAŞLANGICINA İLİŞKİN GÖRÜŞLER

Bilim insanları, bir gezegen olan Dünya'nın yaklaşık 4,5 milyar yıl önce oluştuğunu, Dünya üzerindeki yaşamın ise 3,5-4 milyar yıl önce başladığını belirlemişlerdir. Ancak yaşamın nasıl başladığı henüz kesin olarak bilinememektedir. İnsanoğlunun, yaşamın kökeni ile ilgili sorgulamalarında mutlaka bilimsel yaklaşımın rehberliğine ihtiyaç vardır. Bilim insanları, araştırmaları sonucu hayatın başlangıcına ilişkin çeşitli görüşler ileri sürmüşlerdir. Bunlar abiyogenez, biyogenez, panspermia, ototrof, heterotrof ve yaratılış görüşleridir.

1.1.1. ABİYOGENEZ VE BİYOGENEZ GÖRÜŞLERİ

Eski Yunan filozoflarının birçoğu, canlıların basitten karmaşığa doğru kademeli olarak değişim geçirdiklerini düşünüyordu. Bu düşünce çerçevesinde canlıların oluşumu hakkında ilk görüşü ortaya atan bilim insanı Aristoteles'tir (Aristoteles, MÖ 384-322). Aristoteles'in ileri sürdüğü **abiyogenez (kendiliğinden oluşum)** görüşüne göre yaşamın kökeninde cansız maddeler yer almaktaydı. Aristoteles, canlıların cansız ya da çürümüş maddelerden *kendiliğinden* oluştuğuna inanıyordu. Bu görüşe göre cansız maddeler *aktif öz* adı verilen bir güç taşımakta ve bu güç, şartlar uygun olduğu zaman bir canlı oluşturabilmekteydi. Burada aktif öz, bir madde olarak değil daha çok iş yapma yeteneği olarak düşünülmekteydi. Yıllarca hüküm süren bu görüşün etkisindeki pek çok insan, farelerin loş ışıkta bırakılmış terli elbiselerden, sineklerin çürüyen etten, kurbağaların doğrudan nemli topraktan oluştuğuna inanmıştı. Ancak İtalyan fizikçi ve şair Francesco Redi (Françesko Redi,1626-1697), 1668 yılında yaptığı kontrollü deneyle bu varsayımın doğru olmadığını ortaya çıkarmıştır.

Redi, sineklerin çürüyen etten kendiliğinden oluşmadığını, etin üzerine yumurtalarını bırakan diğer sineklerden kökenlendiğini ileri sürmüştür. Bu hipotezini test etmek için tasarladığı deneyde 3 kavanoza eşit miktarda et parçası koymuştur. Bu kavanozlardan birinin ağzını açık bırakmış, ikinci kavanozun ağzını bir bez ile örterek etin havayla temasını sağlamış ancak eti sineklerden korumuş, üçüncü kavanozun ağzını ise kapakla sıkıca kapatarak etin hem havayla hem de sineklerle temasını engellemiştir. Deneyin sonunda sinekleri oluşturan kurtçukları yalnızca birinci kavanozda gözlemleyen Redi, hipotezini destekleyici bir sonuca ulaşmıştır (Şekil 4.1). Böylece sineklerin etten kendiliğinden ya da havadaki herhangi bir şeyden oluşabileceği hipotezlerini çürütmüştür. Ancak bozulmakta olan yiyecekler içerisindeki mikroorganizmaların hızlı bir şekilde artması, 19. yüzyıla kadar abiyogenez görüşüyle açıklanmaya devam edilmiştir.

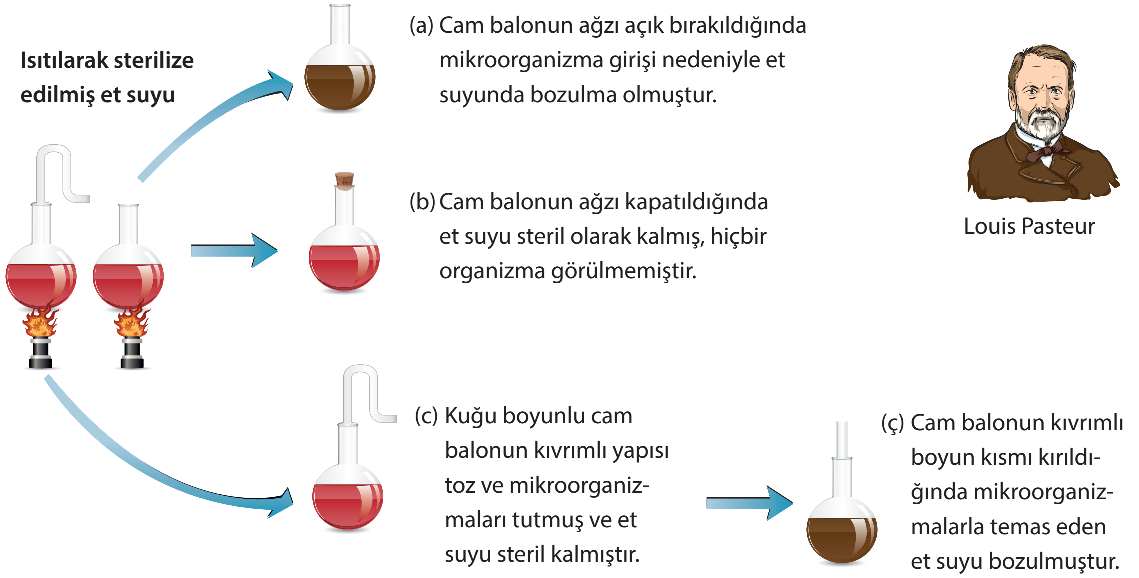


(a) Ağzı açık bırakılan kavanoz (b) Ağzı bez ile örtülen kavanoz (c) Ağzı kapakla sıkıca kapatılan kavanoz

Şekil 4.1 Redi'nin deneyi

1862 yılında Fransız bilim insanı Louis Pasteur (Lui Pastör, 1822-1895), et suyu ile yaptığı ünlü deneyinde abiyogenez görüşünü, mikroorganizmalar da dâhil olmak üzere tamamen geçersiz kılmıştır. Pasteur, deneyinde, oluşabilecek bütün mikroorganizmaları öldürebilmek için et suyunu ısıtarak sterilize etmiştir. Steril et suyu bulunan cam balonlar-

dan birinin ağzını açık bırakıp diğerininkini sıkıca kapatmıştır. Ağzı açık olan et suyunun havadan bulaşan mikroorganizmalarla bozulduğunu, kapalı olanın ise steril kaldığını gözlemlemiştir. Ancak Pasteur, cam balonun ağzının kapatılmasıyla kendiliğinden oluşum için gerekli olan ve havada bulunan "yaşam gücü"nün, et suyuna temasının engellendiği eleştirisiyle karşılaşmıştır. Konuyla ilgili çok sayıda deney yapan Pasteur, diğer bir düzenekte kuğu boyunlu cam balonlar kullanmıştır. Bu cam balonların boyun kısmındaki kıvrım, havanın et suyuna geçmesine izin verirken toz ve mikroorganizmaları tutmuş, böylece et suyu bozulmadan kalmıştır. Ancak cam balonların kıvrımlı boyunları kırıldığında mikroorganizmalar balonun içine geçmiş ve et suyunun yine bozulduğu görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Pasteur'ün, abiyogenez görüşünü çürüten deneyi

Redi ve Pasteur'ün deneyleri sonucunda bütün canlıların daha önce var olan canlılardan oluştuğu sonucuna ulaşılmıştır. "Canlıların canlılardan türemesi" olarak özetlenebilecek olan bu görüş ise **biyogenez** olarak adlandırılmaktadır. Ancak bu görüş ilk canlının nasıl oluştuğunu açıklamakta yetersiz kalmıştır. Nitekim ilk canlının biyogenez yoluyla ortaya çıkması için kendisinden önce var olan bir canlıya ihtiyaç vardır. Bu noktada ilk canlının nasıl oluştuğu sorusuna cevap bulmak için farklı görüşler (panspermia, ototrof, heterotrof ve yaratılış) ileri sürülmüştür.



Resim 4.1 Panspermia görüşüne göre canlılık Dünya'ya başka gezegenlerden gök taşları ile taşınmıştır.

1.1.2. PANSPERMİA GÖRÜŞÜ

Panspermia görüşüne göre yaşam, Dünya dışından gelmiş olabilir. Bu görüşün hipotezi şudur: Yaşamın kaynağı olan "spor ya da tohumlar" tüm evrene dağılmış şekilde bulunmaktaydı. Başka bir gezegendeki canlıların spor ya da tohumları gök taşları ile Dünya'ya taşınmış ve Dünya'da canlılık bu şekilde başlamıştır (Resim 4.1). Bu görüş, Dünya'daki canlılığın başka bir gezegenden geldiğini iddia ederken o gezegende canlılığın nasıl oluştuğu hakkında

açıklama getirememektedir. Bilim insanlarının çoğu, spor ve tohumların, uzayda binlerce yüzyıl yolculuk yapan bir gök taşında canlı kalabileceğine ihtimal vermemektedir. Gök taşları, Dünya'nın atmosferinden geçerken aşırı sıcaklık, basınç ve zararlı ışınlara maruz kalmaktadır. Bununla birlikte düşen gök taşlarında yaşama ilişkin moleküller bulunduğunu, gök taşlarının iç sıcaklıklarının düşünüldüğü kadar yüksek olmadığını, organizmaların gezegenler arasında yolculuk yapabileceğini gösteren araştırmalar da mevcuttur. Dolayısıyla bu görüşün öne sürdüğü hipotezin, pek mümkün görünmese de imkânsızlığından söz edilememektedir.

OKUMA METNİ

YÜZYILIN EN BÜYÜK GÖK TAŞI



Dünya'ya her yıl bir otomobil büyüklüğünde, her yüzyılda çapı 15 metre civarında, her 200-1000 yıl arasında da çapı 30-40 metre civarında bir gök taşı düştüğü belirlenmiştir. Ortalama her yüzyılda bir düşmesi beklenen gök taşı 15 Şubat 2013'te Rusya'nın Çelyabinsk (Çilebinsk) şehrine düştü. 17 m çapındaki bu gök taşı, yeryüzüne ulaşmadan saniyeler önce yeryüzünden 15-25 km yukarıda patladı ve ancak un ufak olan parçaları yeryüzüne ulaştı. Patlamadan bir saniye önceki hızının 64.800 km/sa. (18 km/s) olduğu belirlenen gök taşının çıkardığı enerji, büyük bir atom bombasıyla kıyaslanabilecek ölçüdeydi. Düşme sırasında 1.200'ün üstünde insan yaralandı, 3.000 bina ve birleştirilirse 100.000 m^2 alan oluşturabilecek kadar cam zarar gördü. Çünkü hava basıncı normalin 5 katına çıktığında bile patlayan camlar, normalin neredeyse 20 katı basınca maruz kalmıştı.

Şule Çivi Yılmaz
Bilim ve Teknik, Mayıs 2013
(Düzenlenerek kısaltılmıştır.)

Bunu biliyor musunuz?

2008 yılında Mars'a gönderilen "Phoenix (Feniks)" isimli insansız uzay aracının Mars'taki topraktan kazıdığı buz kristallerinin içinde, yaşam için gerekli olan bazı minerallere rastlanmıştır. Ayrıca yörüngedeki uzay araçları ve özel teleskoplar kullanılarak gerçekleştirilen kimyasal ölçümler, Mars'ta ve Güneş sistemindeki diğer gezegenlerin yörüngelerinde yaşam için ön koşul olan suyun bulunduğunu göstermiştir.

http://www.nasa.gov
(Erişim Tarihi: 02.04.2015)

1.1.3. OTOTROF GÖRÜŞÜ

Ototrof görüşü, canlının oluşumunu açıklamaktan ziyade ilk canlının nasıl beslendiğini açıklamaktadır. Bu görüşe göre ilk oluşan canlılar ototroftur ve diğer canlılar bunlardan meydana gelmiştir. Ototrof canlılar, fotosentez ya da kemosentez yoluyla inorganik moleküllerden organik moleküller üretir. İlk canlının basit yapıda olması beklenir fakat inorganik maddelerden kendisi için gerekli organik molekülleri sentezleyen bir canlının basit değil aksine kompleks bir canlı olduğu söylenebilir. Kimi bilim insanları, ototrof canlının bu karmaşık yapıyı kazanabilmesi için milyonlarca yıl süren değişmeler geçirmesi gerektiğini savunurlar. Bütün bu nedenlerden dolayı ototrof görüşü fazla destek bulamamıştır.



Araştırınız

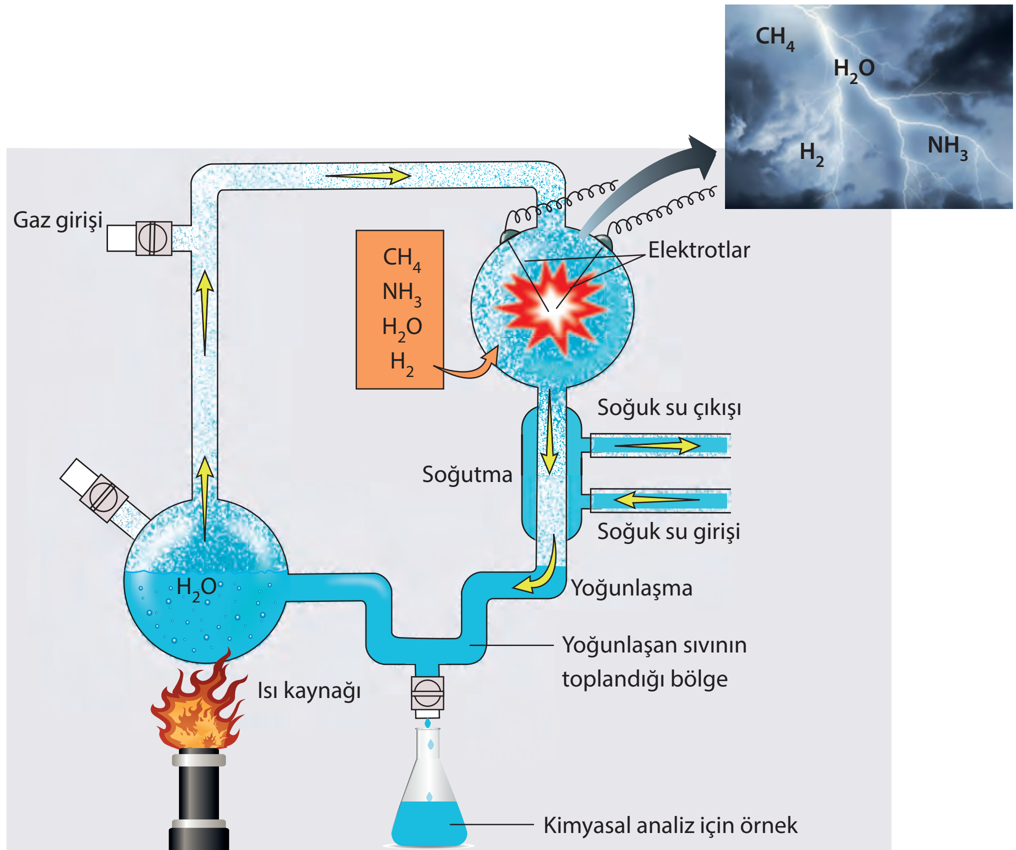
Hayatın başlangıcına ilişkin görüşlerle ilgili araştırma yapmak üzere gruplar oluşturunuz. Araştırma sonuçlarınızı grup arkadaşlarınızla birlikte sınıfta sununuz.

1.1.4. HETEROTROF GÖRÜŞÜ

Heterotrof görüşe göre ilk canlı heterotrof bir organizmadır. Bu görüş, yaşamın günümüzdekinden çok farklı koşullara sahip olan genç Dünya üzerinde, cansız maddelerin *kimyasal evrimi* sonucu ortaya çıktığı hipotezini öne sürmektedir.

1920'li yıllarda Oparin (Opırin, 1894-1980) ve Haldane (Helden, 1892-1964) Dünya'nın erken dönemlerindeki atmosfer koşulları ve enerji kaynakları ile ilgili açıklamalarda bulunmuş ve bu koşulların organik maddelerin abiyotik sentezi için elverişli olduğu fikrini öne sürmüşlerdir. Açıklamalarına göre ilk atmosferde su buharı (H_2O), hidrojen (H_2), amonyak (NH_3) ve metan (CH_4) bulunmaktaydı. Dünya'daki en aktif oksitleme özelliğine sahip element olan oksijenin oranı ise çok düşüktü. Bir başka deyişle organik ve inorganik maddeleri oksitleyerek bozan bir etken yoktu. Böylece mor ötesi ışınların etkisiyle atmosferdeki maddelerden pek çok organik maddenin (nükleik asitler, amino asitler vb.) oluştuğunu, bu maddelerin birikmesiyle de Dünya üzerindeki canlılığın temellerinin atıldığını ileri sürmüşlerdir.

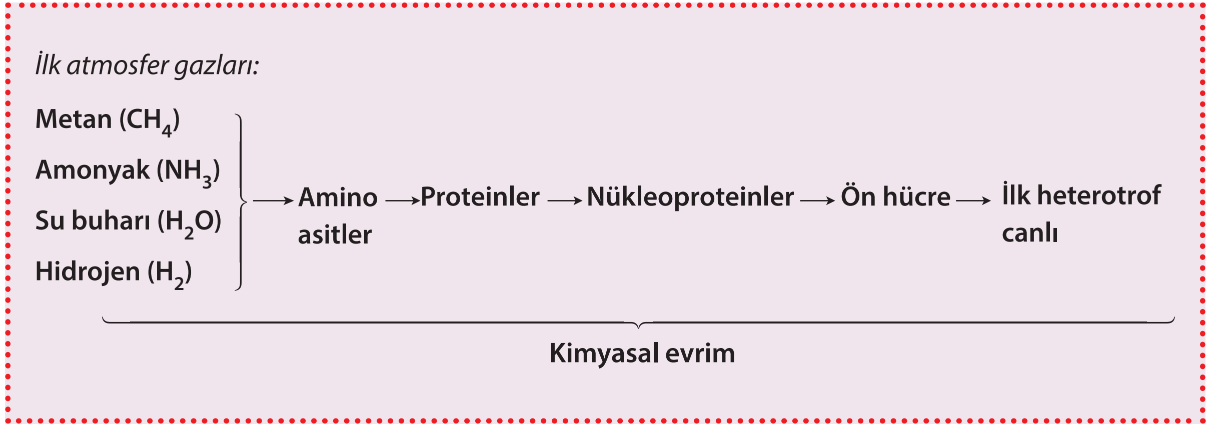
1953 yılında Stanley Miller (Stenli Milır, 1930-2007) ve Harold Urey (Herıld Yuriy, 1893-1981), Oparin ve Haldane'in önerdiği kimyasal koşulları ve enerji kaynaklarını laboratuvar ortamında sağlayarak onların hipotezini sınadılar (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Miller ve Urey, deneylerinde organik moleküllerin abiyotik sentezini gerçekleştirmişlerdir.

Miller ve Urey kurdukları deney düzeneğinde, ilk atmosferdeki gazları bir araya toplayarak yüksek enerjili elektrik kıvılcımları uyguladılar. Bu kıvılcımlar, ilk atmosferdeki yıldırımları temsil etmekteydi. Oluşan elektrik akımları yeni bileşiklerin sentezlenmesini sağladı. Düzeneğe bu kademeden sonra yerleştirilmiş olan soğutucu, yeni bileşikleri içeren bu karışımı soğutarak yoğunlaştırdı. Bu olay, ilk atmosferde yıldırımların yarattığı elektrik etkisiyle oluşan yeni bileşiklerin yağmurlarla birlikte okyanuslara ulaşmasına denk gelmekteydi. Bir hafta süren deneyin sonunda yoğunlaşan sıvının toplandığı bölgeden aldığı örneği inceleyen Miller, arasında bazı amino asitlerin de olduğu çeşitli organik maddelerin varlığını tespit etti (Şekil 4.3).

Heterotrof görüşün bir diğer öngörüsü de enzimler ve diğer hücresel donanımlar olmaksızın organik monomerlerin birbirlerine bağlanarak protein ve nükleik asit gibi polimerler oluşturmasıdır. Okyanus ve denizlerde oluşan amino asitlerin birbirine bağlanmasıyla proteinler meydana gelmiştir. Proteinlerin nükleik asitlerle birleşmesiyle oluşan nükleoproteinler de ilk heterotrof canlıları veren ön hücreleri oluşturmuştur (Şema 4.1).



Şema 4.1 Heterotrof hipotezine göre ilk canlının oluşumu

İlk canlıları oluşturan moleküllerin oluşum sıraları ve süreçleri ile ilgili net bir bilgiye ulaşılmamış olup farklı görüşler ve çok sayıda araştırma mevcuttur. Görünen o ki ilk canlının nasıl oluştuğunun gizemi henüz tam olarak çözülmüş değildir.

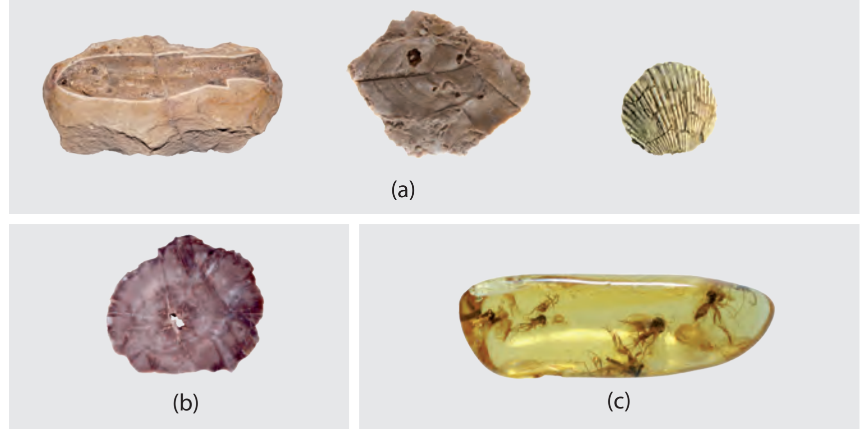
1.1.5. YARATILIŞ GÖRÜŞÜ

Yaratılış görüşü, canlılığın oluşumunu kutsal kitaplara dayanarak açıklar. Kutsal kitaplara göre evrendeki bütün canlı ve cansız varlıklar sonsuz güç sahibi Yaradan tarafından belirli bir düzen ve plan çerçevesinde var edilmiştir. Hiçbir şey tesadüfen ve kendiliğinden olmamıştır. Her canlının varlığının bir amacı vardır. Evren, Yaradan'ın koyduğu kurallar çerçevesinde belirli bir düzende işlemektedir.

Yaratılış görüşü, canlıların birbirleriyle bağlantısız olarak en gelişmiş hâlleriyle yaratıldığını ileri sürer. Canlılar, yaratıldıkları günden bu yana çevre şartlarının da etkisiyle bazı değişimler geçirmekte ve bu durum tür içinde varyasyonlara neden olmaktadır. Ancak varyasyonlar sonucu yeni türlerin oluşması gibi bir durum söz konusu değildir.

1.2. FOSİLLERİN HAYATIN ANLAŞILMASINA SAĞLADIĞI KATKILAR

Geçmişte yaşamış canlılardan kalan kalıntı ve izlere **fosil** adı verilir. Fosiller farklı şekillerde oluşabilir (Resim 4.2).



Resim 4.2 (a) Tortul kayaçlarda oluşmuş balık, yaprak ve istiridye fosili, (b) Volkanik faaliyetler sonucu silisyum birikmesiyle oluşmuş ağaç fosili, (c) Amber içerisine gömülmüş böcek fosilleri

Tortul kayaçlar, fosil oluşumu için en uygun malzemedir. *Tortul kayaç fosilleri*, toprağın aşınmasıyla meydana gelen çeşitli büyüklükteki kum ve mineral tabakalarının taşınarak çukur sahalara (göl, deniz ve okyanus tabanları gibi) birikmesi sonucu oluşur. Bu birikintiler önceleri boşluklu, gevşek bir yapıya sahiptir. Birbiri üzerine gerçekleşen birikmeler sonucunda zamanla sıkışıp sertleşen bir yapı oluşur. Tortullaşma, herhangi bir bölgede sürekli gerçekleşmez ancak deniz seviyesinin değişmesi veya göl, bataklık gibi sulak alanların kuruyup yeniden dolması durumunda tekrar tekrar meydana gelir. Farklı dönemlerdeki tortullaşmaların bir sonucu olarak katmanlı yapıda kayaçlar oluşur. Tortul kayaçlar içerisinde gömülü kalan canlıların mineral açısından zengin olan kemik, diş, kabuk gibi sert yapıları kolaylıkla *kemik fosiller* hâlinde korunabilir. Ayrıca tortul kayaçlar arasında sıkışan organizmaların etrafında ya da iskeletleri içinde biriken çamur tabakasının oluşturduğu boşluğun, suda çözünmüş mineraller tarafından dolması ile *iç* veya *dış kalıp fosiller* meydana gelir. Zamanla kristalleşen mineraller, bir kalıp gibi etrafını sardığı ya da içini doldurduğu yapının şeklini alır. Bazı durumlarda ise basınç nedeniyle mineral çökelti üzerinde organizma iskeletinin izinin çıktığı görülür. Tortul kayaçlarda organizmaların hareketleri sonucu oluşan ayak izleri, barınaklar vb. şeylerin meydana getirdiği *iz fosillere* de rastlanmaktadır. Bu fosiller, organizmanın yaşayış şekli hakkında bilgi verir.

Canlıların organik kısımları çoğu zaman çürür ancak uygun koşullar altında yer altı sularındaki çözünmüş mineraller, ölü organizmadaki organik materyal ile yer değiştirir ve organizma böylece taşlaşmış olur. *Volkan kül-*

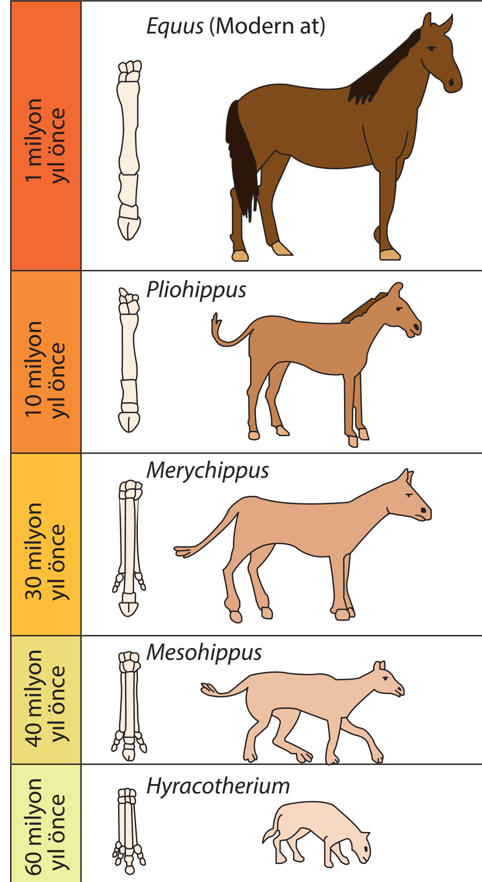
Bunu biliyor musunuz?



Anadolu'da yapılan paleontolojik çalışmalar, ülkemizin jeolojik devirlerdeki biyolojik çeşitliliği ve yaban hayatı bakımından ilginç veriler sunmaktadır. Kahramanmaraş'ta yapılan bir çalışmada bulunan ve Maden Tetkik Arama Tabiat Tarihi Müzesinde sergilenen fil fosili, bir zamanlar Anadolu'da filin de yaşadığını göstermektedir. Maraş fili [Elephas indicus (Elefas indikus)] adı verilen bu fil türünün günümüzden yaklaşık 3.000 yıl kadar önce yaşadığı sanılmaktadır.

Bilim ve Teknik, Ağustos 2003

leri, *lavlar* ve *katran,* canlıların ani olarak taşlaşmasına neden olan fosilleşme etkenleridir. Örneğin, 1-1,5 milyon yıl önce Los Angeles'ta (Los Encılıs) büyük bir katran çukuruna düşen çok sayıda hayvan fosilleşmiştir. Tortul kayaçlarda bu etkenlerle oluşmuş fosiller dışında nadiren de olsa içerikleri incelenebilecek ölçüde korunmuş olan preslenmiş organik materyallere ulaşılabilmektedir.



Şekil 4.4 Günümüzdeki at ve onun atası olan *Hyracotherium* arasındaki ara formlar

Canlının vücudunun tamamının buz ya da reçine gibi maddelerle kaplanarak korunması sonucu oluşan fosillere *vücut fosilleri* adı verilir. Örneğin, Sibirya buzullarının içinde fosilleşmiş mamutlara ulaşılmıştır. 30 milyon yıl önce ağaçtan çıkan reçine içerisine gömülü kalmış ve reçinenin zamanla amber (kehribar) biçiminde sertleşmesi sonucu oluşmuş bir akrep fosili bulunmuştur.

Biyolojinin tarihsel belgeleri olan fosiller; canlıların hangi dönemde yaşamış oldukları, yaşadıkları dönemdeki çevre şartları, yaşayış şekilleri, biyolojik özellikleri gibi konulara ışık tutar. Fosil bilimi olan **paleontoloji,** organizmaların geride bıraktığı fosilleri inceleyerek Dünya'daki yaşamın geçmişini anlamaya çalışan bir bilim dalıdır. Bunu yaparken de fosil kayıtlarla günümüzdeki canlılar arasındaki benzerlik ve farklılıkları inceler. Böylece canlıların geçirmiş oldukları değişimleri gösterir. Örneğin, fosil kayıtlardan yararlanılarak atın geçirdiği değişim belirlenmiştir (Şekil 4.4). Bulgulara göre bugünkü atın atası, yaklaşık 60 milyon yıl önce yaşamış tavşan büyüklüğünde bir at olan *Hyracotherium* (Hirakoterium)'dur. Bu atın, kısa taçlı ve uzun köklü dişleri nedeniyle körpe dal ve yapraklarla beslendiği düşünülmektedir. Ön ayaklarında 4, arka ayaklarında 3 parmak vardır. Ön ayaklarında baş parmağın, arka ayaklarında ise baş ve serçe parmakların kalıntıları bulunmaktadır. Bu durum, *Hyracotherium*'un 5 parmaklı bir canlıdan köken aldığına işaret etmektedir. Fosil bulgular incelendiğinde;

- 40 milyon yıl önce yaşadığı belirlenen *Mesohippus* (Mesohipus)'un ön ve arka ayaklarında üçer parmak olduğu,
- 30 milyon yıl öncesine ait *Merychippus* (Merikipus)'ta orta parmağın daha fazla gelişerek diğer iki parmağın işlevlerini yitirmeye başladığı,


Araştırınız

Fosillerin yaşını belirleyebilmek için kullanılan yöntemler nelerdir? Araştırınız.

- 10 milyon öncesine ait *Pliohippus* (Pliohipus)'ta sadece orta parmağın vücudu taşıdığı ve diğer iki parmağın tamamen körelmiş olduğu belirlenmiştir.

Günümüz atı olan otla beslenen tek parmaklı *Equus* (Ekuus), 1 milyon yıl önce ortaya çıkmıştır. *Equus* ve onun 60 milyon yıl önce yaşamış atası *Hyracotherium* arasında yer alan ara formlara ait fosiller incelendiğinde vücut büyüklüğünün arttığı, parmak sayısının azaldığı ve dişlerin otlamak için değişime uğradığı görülmüştür. Bu örnekte de olduğu gibi fosiller incelenerek geçmişte yaşamış canlılara ait pek çok bilgiye ulaşılabilmektedir. Fosillerdeki ayak ve omurga yapısından canlının hareket şekli, kemik ve kas bağlantılarından vücut duruşu, çene yapısından beslenme şekli ile ilgili bilgi edinilmektedir. Fosiller ayrıca soyu tükenmiş canlılar hakkında da bilgi vermektedir. Örneğimiz üzerinden gidecek olursak bilinen fosil atların tamamı hesaba katıldığında *Hyracotherium*'dan günümüzdeki atlara doğru kademeli bir evrimleşme olmadığı görülür. Nitekim, atın çok fazla dala ayrılmış olan evrimsel soy ağacında farklı nedenlerden dolayı ortadan kalktıkları bilinen çok sayıda farklı cinste at bulunmaktadır. Ancak bunlardan sadece *Equus* cinsi günümüze ulaşmıştır.

1.3. CANLILARIN EMBRİYOLOJİK, BİYOKİMYASAL, ANATOMİK, GENETİK YAPILARINDAKİ BENZERLİK VE FARKLILIKLARIN HAYATIN ANLAŞILMASINA KATKILARI



Araştırınız

Farklı türlere ait omurgalı hayvanların embriyonik gelişim evrelerini gösteren fotoğraflardan oluşan bir poster hazırlayınız. Embriyolar arasındaki benzerlik ve farklılıkları sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Bazen farklı organizmaların ergin formları arasında çok net görülemeyen benzerlikler, embriyolojik gelişim basamakları incelendiğinde daha net ortaya çıkmaktadır. Embriyolojik gelişim basamaklarında görülen benzerlikler, canlıların ortaya çıkışı ve aralarındaki akrabalıklar hakkında yorum yapılabilmesine olanak sağlar. Örneğin, omurgalı embriyoların tamamında, gelişimlerinin belirli evrelerinde gırtlak bölgelerinde solungaç yarıkları adı verilen yapılar görülür. Bu yapılar balıklarda solungaç, memelilerde orta kulağı yutağa bağlayan östaki borusu gibi farklı işlevleri olan yapılara dönüşür.

Karşılaştırmalı anatomi, farklı canlı türlerinde bulunan organların yapılarını inceleyip karşılaştıran bir bilim dalıdır. Farklı işlevleri üstlenmiş olan, yapı bakımından benzer organlara **homolog organ;** benzer işlevleri üstlenmiş, yapıları farklı organlara ise **analog organ** adı verilir. Homolog organlar, canlılar arasındaki akrabalık derecesinin belirlenmesinde kullanılan morfolojik kanıtlar olması bakımından hayatın anlaşılmasında önemli rol oynarlar. Örneğin, balinanın ön yüzgeci ile insanın kolu farklı işlevlere sahip olmakla birlikte aralarındaki temel benzerliğin nedeni, ortak ataya sahip memeli soyları olmaları şeklinde açıklanmaktadır. Ancak karşılaştırmalı anatomi, bitkiler ve hayvanlar gibi uzaktan ilişkili olan ve herhangi bir ortak anatomik yapıları olmayan organizmaların ortaya çıkış süreçlerindeki bağlantıyı kurmakta yetersiz kalmaktadır. Bu noktada,

genetik bilim dalından yararlanılarak canlıların moleküler düzeydeki benzerlikleri dikkate alınmaktadır. Örneğin, bütün canlılar DNA ve RNA'dan oluşan aynı temel genetik yapıya sahiptir ve genetik kod evrenseldir. Diğer bir örnek olarak da Tablo 4.1'de kanın oksijen taşıyan proteini olan hemoglobinin insandaki amino asit dizisinin diğer omurgalılarla karşılaştırılması verilmiştir. Buna göre iki canlının hemoglobinlerinin amino asit dizilişleri ne kadar benzer ise hemoglobin sentezinden sorumlu genlerinin de o kadar benzer olduğu, dolayısıyla daha yakın akraba oldukları söylenebilir. Araştırmacılar, bu canlılara ait diğer proteinleri ve iskelet anatomileri gibi farklı akrabalık ilişkilerini incelediklerinde buldukları ilişkilerin bu verilerle uyumlu olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca yakın akraba olan canlı türlerinin biyokimyasal yapılarının birbirine daha çok benzediği görülmüştür. Nitekim bütün canlıların enzim, hormon ve kimyasal yapıları önemli ölçüde benzerdir. Örneğin, glikoliz enzimleri bütün canlılarda ortaktır.

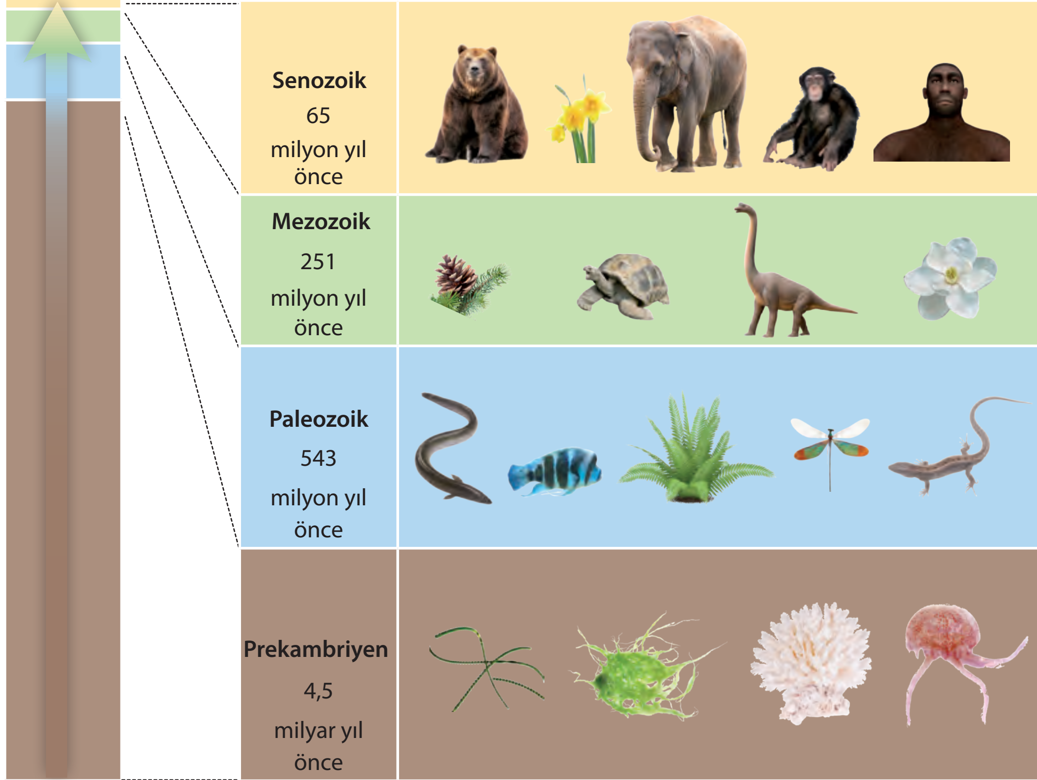
Tablo 4.1 İnsan Hemoglobin Polipeptidinden Farklılık Gösteren Amino Asit Sayısı (Polipeptidin Toplam Zincir Uzunluğu = 146 Amino Asit)

Canlı	Farklı amino asit sayısı
İnsan	0
Goril	1
Rhesus (Resus) maymunu	8
Köpek	15
İnek	25
Fare	27
Tavuk	45
Kurbağa	67
Salyangoz	127

1.4. JEOLOJİK ZAMANLAR VE CANLI ÇEŞİTLİLİĞİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Evrenin oluşumunun başlangıcı yaklaşık 13 milyar yıl önce gerçekleşen büyük bir patlamaya dayandırılmaktadır. Bir gezegen olan Dünya ise yaklaşık 4,5 milyar yıl önce oluşmuştur. Bilim insanları, Dünya'nın oluşumundan günümüze kadar geçen süreyi jeolojik zamanlara ayırarak incelemektedirler. Yeryüzünün ve canlıların geçirdiği değişimler dikkate alınarak oluşturulan zaman cetvelinde 4 zaman dilimi vardır. Bunlar Prekambriyen, Paleozoik, Mezozoik ve Senozoik'tir. Her zaman dilimi, Dünya tarihinde farklı canlı türlerinin egemen olduğu bir süreci ifade eder. Örneğin, Mezozoik'in en belirgin özelliği bu dönemde sürüngenlerin çok çeşitli olmasıdır.

Jeolojik zaman cetvelinin dilimleri eşit değildir. Örneğin; Prekambriyen, Paleozoik'in on iki katı kadar sürmüştür (Şekil 4.5). Jeolojik zamanlar arasındaki sınırlar, kitlesel yok oluşlar ile ilişkilidir. Dünya tarihi boyunca pek çok yaşam formu ortadan kalkmış ve bunların yerini hayatta kalmayı başaran başka canlılar almıştır (süksesyon). Böylece kitlesel ortadan kalkmalar, biyolojik çeşitliliği doğrudan etkilemiştir.



Şekil 4.5 Jeolojik zamanlar ve önemli canlılarından bazıları

Prekambriyen, Dünya'nın gezegen hâline dönüştüğü ve yaşama uygun olarak şekillendiği zamandır. Meteor yağışlarının görüldüğü ve aktif volkanlar nedeniyle atmosferin zehirli olduğu bu dönemde, canlılığın temel yapı taşı olan amino asitler ile DNA ve RNA moleküllerinin ortaya çıkması sonucu ilk yaşam izleri oluşmaya başlamıştır. Oluşan organik moleküller, oksijenin (O_2, dünyadaki en aktif oksitleme özelliğine sahip elementtir) olmadığı ilk atmosfer koşullarında yeryüzünde oksitlenmeden kalabilmiştir. Daha sonra yeryüzünün soğumasıyla atmosferdeki su buharı, yağmura dönüşerek yeryüzündeki çukurlara dolmuş ve okyanuslar, denizler, göller oluşmuştur. Bu sırada organik moleküller de yağmurlarla birlikte yeryüzündeki sulara taşınmıştır. Bu süreçte su buharının oluşturduğu sis ve volkanik patlamalar sonucu oluşan partiküller gökyüzünü kapladığından Güneş'in zararlı ışınları (ultraviyole (UV) ışınları) yeryüzüne ulaşamamıştır. Volkanik patlamalar azaldıkça ve su buharı aşağı indikçe gökyüzü berraklaşmış ve UV ışınları yeryüzüne ulaşmaya başlamıştır. UV ışınlarının parçalayıcı etkisi, yeryüzünde suların 15 m derinliğine kadar etki etmekteydi. Su, büyük moleküllerin birikmesi için bir kalkan görevi üstlenmiştir. Böylece yaşam, suyun derinliklerinde başlamıştır. Sonrasında su moleküllerinin serbest hidrojen ve oksijene parçalanmasıyla ozon tabakası (O_3) oluşmuştur. Ozon tabakası UV ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını ve büyük organik

moleküllerin parçalanmasını engellemiştir. Böylece canlılığın sudan karaya geçişi mümkün olmuştur. Ayrıca oksijenli atmosferin oluşmaya başlamasıyla birçok bakteri cinsi yok olmuş ve bir hücreli, gelişmiş, eşeyli üreme yeteneğine sahip ökaryotik hücreler ortaya çıkmıştır. Prekambriyen'in sonlarına doğru atmosferde oksijenin artmasıyla çok hücreli, yumuşak vücutlu canlılar görülmeye başlamıştır.

- **Dünya üzerinde şimdiye kadar bulunmuş olan en eski canlı fosilleri 3,5 milyar yıl öncesine aittir.**
- **Ökaryotlar 2,1 milyar yıl önce bir prokaryotun diğer bir prokaryotu içine alarak simbiyotik yaşama başlaması sonucu ortaya çıkmıştır.**
- **Milyarlarca yıl bölünerek çoğalan bir hücreli canlılar, 1,2 milyar yıl önce bölündüklerinde artık birbirlerinden ayrılmamaya ve çok hücrelilerin atasını oluşturmaya başlamışlardır.**

Bilinen hayvan şubelerinin neredeyse tamamı, **Paleozoik** başlarında ortaya çıkmıştır. Yaşam çeşitliliği ve yaygınlığının en yüksek düzeye ulaştığı bu dönemde sucul canlılar büyük çeşitlenme göstermiş, karasal bitkiler ortaya çıkmıştır. Karasal iklimin egemen olması, karasal yaşamı teşvik etmiş ve bunun sonucu olarak ilk kara hayvanları oldukları tahmin edilen örümcek, akrep ve kırkayak ile ilk damarlı bitkiler ortaya çıkmıştır. Ayrıca ilk toprak oluşumu ve ilk böcek fosili bu zamana aittir. Sürüngenlerin de ortaya çıktığı bu dönemde, yeryüzü şekil ve ikliminde büyük değişimler olmuştur. Paleozoik boyunca birçok canlının kaderini belirlemiş olan üç kitlesel yok oluş yaşanmıştır. Bunlardan birincisinde büyük bir buzullaşma yaşanmış, deniz seviyesi 50 metre gerilemiştir. İkinci kitlesel yok oluşun Dünya'ya bir gök taşı çarpması sonucu yaşandığı tahmin edilmektedir. Paleozoik sonunda yaşanan üçüncü kitlesel yok oluş ise buzullaşmanın yanı sıra kıtaların hareketi sonucu, yer altındaki CO_2'nin yeryüzüne çıkması ve atmosferdeki O_2 oranının hızla düşmesi nedeniyle meydana gelmiştir.

Canlıların değişim süreci içerisinde sudan karaya geçiş, yeni anatomik ve fizyolojik mekanizmaların geliştirilmesini gerekli kılmıştır. Bunlardan bazıları şulardır:

- **Karada vücut ağırlığını suyun kaldırma kuvveti olmaksızın taşımak zorunda kalan canlıların iskelet sistemleri gelişmiştir. Besin arama ve avcılardan korunma gerekliliği, hareket yeteneğini geliştirebileceği ve üyelerini etkin bir şekilde kullanabileceği değişimler geçirmesine sebep olmuştur.**
- **Nemin az olduğu karasal ortamda, yumurtanın döllenme sürecinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için hayvanlarda iç döllenme görülmeye başlamıştır. Kendi kendini besleyebilen ve koruyabilen, kabuklu ve embriyonik zarlara sahip bir yumurta gelişimi ortaya çıkmıştır. Bitkilerde embriyoyu koruyan yapılar gelişmiştir. Ayrıca bitkilerde iletim doku ve kök gelişmiştir.**
- **Solunum organları vücudun içine çekilmiştir ve karasal yaşama uyum sağlayacak şekilde değişime uğramıştır.**
- **Suda yaşayan canlıların boşaltım ürünü olan amonyak, daha az su kaybı sağlayan üre ve ürik aside çevrilerek atılmaya başlanmıştır.**
- **Hayvanlarda vücudun koruyucu örtüsü olan deride, su kaybını önlemeye yönelik değişimler olmuştur. Bitkilerde yaprak ve gövde, su kaybını azaltan mumsu bir tabaka olan kütikula ile örtülmüştür.**



Araştırınız

Dinozorlar ile memeliler arasında yaşanan rekabette dinozorların sayısı azalırken memeliler başarılı olmuş ve çeşitlenerek çoğalmışlardır. Bu süreçte memelilerin hangi özellikleri rekabeti kazanmalarında etkili olmuştur? Araştırınız.

Mezozoik başlangıcında sucul sürüngenler ortaya çıkmıştır. Sonrasında uçan sürüngenler ve dinozorlar görülmüştür. Sürüngenler ve dinozorlar geniş yayılım gösterdiğinden bu zaman dilimi, "Dinozorlar Çağı" ya da "Sürüngenler Çağı" olarak da adlandırılmaktadır. Ayrıca kuşlar ve memeliler de bu çağda ortaya çıkmıştır. Açık tohumlu ve kapalı tohumlu bitkiler yayılım göstermiştir. Mezozoik sonunda muhtemelen yeryüzüne çarpan bir gök cismi nedeniyle meydana gelen kitlesel yok oluş, dinozorlar da dâhil olmak üzere pek çok canlı soyunun tükenmesine neden olmuştur.

Jeolojik zaman cetvelinde en kısa süreye karşılık gelen **Senozoik**, dinozorların ortadan kalktığı kitlesel yok oluştan günümüze kadar geçen son 65 milyon yılı kapsamaktadır. Günümüze yakınlığı nedeniyle hakkında en çok bilgiye sahip olduğumuz zamandır. Senozoik boyunca pek çok buzul çağı yaşanmıştır. Soğuk iklim koşulları ve kuraklık, ormanların azalmasına neden olmuştur. Tek çenekli bitkiler ortaya çıkmış, ormanlardan boşalan alanlara yayılarak otlaklar oluşturmuştur. Otlaklar, memelilerin gelişimi ve çeşitlenmesi için uygun yaşam alanları olmuştur. "Memeliler Çağı" olarak da bilinen Senozoik'te modern memeliler de dâhil olmak üzere birçok yeni memeli türü ortaya çıkmıştır. Kıtalar hemen hemen bugünkü konumlarını alırken bitki ve hayvanlar da günümüzde yaşayan formlara benzemeye başlamıştır. Yaşanan buzul çağları sonrasında insan ortaya çıkmış ve ilk uygarlıklar gelişmiştir.

OKUMA METNİ

ANADOLU'NUN TARİH ÖNCESİ ATLARI



Tarih öncesi Anadolu'da yaşamış en güzel canlılardan biri de *Hipparion* (Hiparyon) olarak bilinen yabani atlardır. Bu atların en eski fosillerine Senozoik ortalarında rastlanır. Yaklaşık 22 milyon yıl boyunca Kuzey Amerika, Asya, Afrika, Avrupa'da hüküm süren *Hipparion*lar, 800 bin yıl önce ortadan kalkmışlardır.

*Hipparion*ların boyları 140 cm civarındaydı ve görünüş olarak günümüz atlarına benziyorlardı. Otçul oldukları için yaşadıkları ortamların bol çayır çimenli, geniş ovalar olduğu tahmin edilmektedir. Düşmanları olan yırtıcıları da bu açık alanlarda kolaylıkla fark edebilmekteydiler. Aynı yaşam alanını paylaştıkları mamutlar ve bazı yırtıcılar (sırtlan ve benzeri hayvanlar) karşısında zayıf kaldıkları, bu nedenle soylarının tükendiği tahmin edilmektedir. Bugün Anadolu'da yapılan paleontolojik kazıların birçoğunda çok iyi korunmuş *Hipparion* fosillerine rastlanır. Bu fosillerin önemli bir kısmı Maden Tetkik Arama Tabiat Tarihi Müzesinde sergilenmektedir. *Hipparion* fosillerinin rastlandığı başlıca yerler; Ankara, Denizli, Çanakkale, Uşak ve Sivas'tır.

Bülent Gözcelioğlu
Bilim ve Teknik, Ağustos 2013
(Kısaltılmıştır.)

1. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "hayatın başlangıcı" ile ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. abiyogenez	2. mezozoik	3. biyogenez	4. panspermia görüşü
5. prekambriyen	6. heterotrof görüşü	7. yaratılış görüşü	8. paleozoik

a) Canlıların, cansız ya da çürümüş maddelerden kendiliğinden oluştuğunu ileri süren görüşe .... denir.

b) Tüm canlıların daha önce var olan canlılardan oluştuğunu ileri süren görüş, ... olarak adlandırılmaktadır.

c) .... Çağ'da yaşam çeşitliliği ve yaygınlığı yüksek düzeye ulaşmış, karasal bitkiler ortaya çıkmıştır.

ç) .... : Yeryüzündeki yaşamın, cansız maddelerin kimyasal evrimi sonucu ortaya çıktığı hipotezini öne süren görüştür.

d) .... Dünya'nın gezegen hâline dönüştüğü, yaşama uygun olarak şekillendiği ve ilk yaşam izlerinin oluşmaya başladığı çağdır.

e) .... : Evrendeki bütün canlı ve cansız varlıkların sonsuz bir güç tarafından belirli bir düzen ve plan çerçevesinde var edildiğini, her canlının varlığının bir amacı olduğunu ileri sürer.

2. Fosilleşme nasıl gerçekleşir? Açıklayınız.

....

....

....

....

3. Genetiğin, embriyolojinin, anatominin ve biyokimyanın hayatın anlaşılmasına katkıları nelerdir? Açıklayınız.

....

....

....

....

....



2. BÖLÜM
EVRİM

Yeryüzünün her karışı, sayısız canlıya ev sahipliği yapmaktadır. Bu canlı çeşitliliği, evrimsel sürecin bir sonucudur. Evrim teorisine göre Dünya'daki hayvan, bitki ve diğer canlıların kökeni, kendilerinden önce yaşamış türlere dayanır. Ortak atadan gelen bu canlıların genetik yapıları, çevresel faktörlerin etkisiyle ortak atadan uzaklaştıkça çeşitlilik artar.

Bu bölümde hayatın başlangıcından bu yana canlıların geçirdikleri değişimlere ilişkin araştırmalar ve bulgular hakkında bilgi verilecek, çevresel faktörlerin canlı nesilleri üzerindeki etkisi anlatılacaktır.

Kavramlar/Terimler

1. Doğal seçilim
2. Adaptasyon
3. Varyasyon
4. Mutasyon
5. Yapay seçilim

2. EVRİM

Evrim kavramı, genel anlamıyla zaman içinde gerçekleşen değişimi açıklar. Canlıların, çevresel faktörlerin de etkisiyle zaman içinde geçirdikleri veya geçirmekte oldukları değişmelere **evrim** denir. Evrim, canlılardaki değişmelerin nedenlerini ve canlılar arasındaki akrabalık derecelerini araştırır. Burada dikkate alınması gereken önemli bir nokta, bireylerin değil popülasyonların evrim geçirmesidir.



Araştırınız

Evrim ile ilgili çalışma yapan bilim insanlarını ve bu bilim insanlarının çalışmalarını araştırınız.

Günlük hayatta teori, "tahmin" anlamında kullanılabilmektedir. Oysa bilimsel anlamda teori, "iyi desteklenmiş açıklama"dır. Bu noktada bilimsel anlamda bir şeyin teori olması, onun zayıf bir tahmin değil aksine güçlü ve bilimsel verilere dayalı bir açıklamalar bütünü olduğunu gösterir. Evrim teorisi, mevcut verilere dayanarak canlıların nesiller boyu geçirdiği değişimi ve biyolojik çeşitliliğin kaynağını açıklar. Evrim teorisi, canlıların ortak bir genetik tarihi paylaştıklarını ortaya koyarken canlıların birbirleriyle akrabalılıklarına ilişkin de önemli bilgiler sunmaktadır. Evrimsel sürecin anlaşılmasıyla ortaya çıkan bilgiler, bir noktada insanın evrime müdahalesini de mümkün kılmaktadır. Günümüzde özellikle tarım ve hayvancılıkta doğada bulunmayan çok sayıda canlıyı ihtiyaçlarımız doğrultusunda doğadaki atalarından evcilleştirerek kullanabilmekteyiz. Ayrıca bakteri ve virüslerin neden olduğu AIDS, kızamık, verem gibi hastalıklarla mücadelede en zorlayıcı etkenin çok hızlı bir şekilde evrimleşmeleri olduğu düşünülürse bu hastalıklarla mücadelede evrim bilgisinin yararlı olacağı açıktır. Yakın zamanda bilim insanları kanserin de evrimsel biyoloji bilgisi kullanılarak yok edilebileceğini açıklamışlardır. Bütün bunlar göstermektedir ki evrimsel biyoloji bilgisi, yeryüzünde yaşamın kökeni ve canlıların geçmişini açıklamasının yanı sıra yaşamın geleceği için de çok önemlidir.

Evrim teorisi ile ilgili araştırmalara 18. yüzyılda başlanmış, birçok bilim insanı bu konuda farklı görüşler ileri sürmüştür. Ancak bu konudaki görüşleriyle en çok öne çıkan bilim insanları Jean Babtiste Lamarck (Cin Baptist Lamark) ve Charles Darwin olmuştur.

2.1. LAMARCK'IN GÖRÜŞLERİ

Fransız doğa bilimci Lamarck (Resim 4.3), evrim konusunda yaptığı çalışmalar sonucunda iki temel görüş ortaya atmıştır:

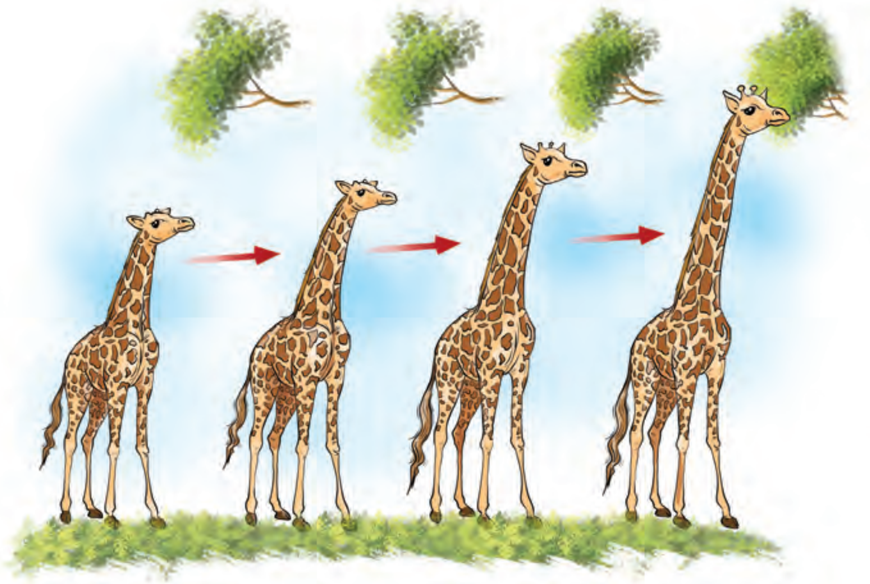
1. Kullanılan vücut kısımları daha fazla gelişmekte, kullanılmayanlar ise körelmektedir.
2. Organizmaların yaşamları boyunca kazandıkları özellikler yavrularına aktarılmaktadır.



Resim 4.3 Jean Babtiste Lamarck (1744-1829)

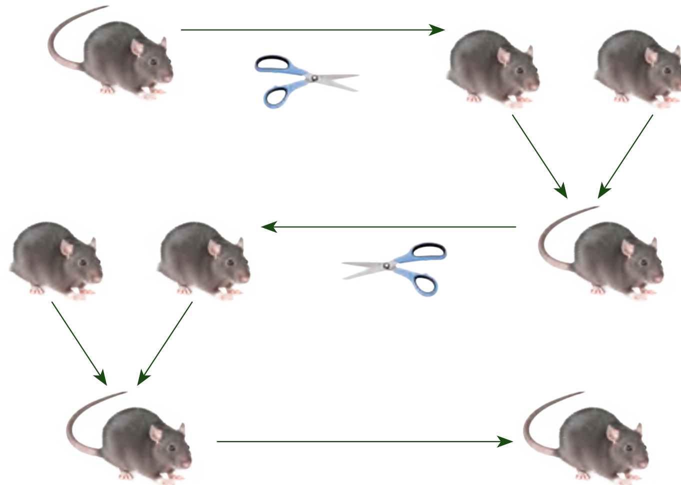
Lamarck, çoğunlukla bataklıklarda yiyecek arayan leyleklerin bataklığa girdiklerinde batmamak için bacaklarını gergin tuttuklarını, bu nedenle bacaklarının zamanla uzadığını ileri sürmüştür. Lamarck'a göre bu özelliğin nesilden nesile aktarılmasıyla leylek, günümüzdeki uzun bacaklı formuna ulaşmıştır. Benzer şekilde zürafaların atalarının boyunlarının daha

kısa olduğunu, ağaçların yüksek dallarına ulaşabilmek için boyunlarını sürekli uzatmak zorunda kalmaları sonucu boyunlarının zamanla uzadığını ileri sürmüştür (Resim 4.4).



Resim 4.4 Lamarck'a göre yüksekteki yapraklara ulaşmak için uzanan zürafaların boyunları zamanla uzamış ve bu özellikleri yavrularına aktarılmıştır.

Lamarck'ın her iki görüşü de daha sonra yapılan araştırmalar sonucunda geçersiz kılınmıştır. Nitekim Lamarck'ın görüşleri doğru olsaydı sporcu bir babanın çocuğunun kaslarının (spor yapmadan) da gelişmiş olması beklenirdi. Bu konuda araştırma yapan Alman biyolog August Weismann (Agust Vaysmın, 1834-1914); sonradan kazanılan karakterlerin kalıtsal olup olmadığını anlamak için 20 döl boyunca farelerin kuyruğunu kesmiş, 21. döldeki farelerin de yine kuyruklu doğduklarını görmüştür. Bu deneyle sonradan kazanılan özelliklerin kalıtsal olmadığını ispatlamaya çalışmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Weismann, deneyinde sonradan kazanılan özelliklerin kalıtsal olmadığını ispatlamıştır.

2.2. DARWİN'İN GÖRÜŞLERİ

Lamarck'tan yaklaşık 50 yıl sonra Charles Darwin, canlıların nasıl evrim geçirdiğini açıklamaya çalışan kapsamlı bir model geliştirmiştir. Günümüz bilim dünyasında Darwin'in bu konudaki görüşlerine ilişkin araştırmalar ve tartışmalar hâlâ sürmektedir. İngiliz biyolog ve doğa tarihçisi Charles Darwin (Resim 4.5), 1831'de Beagle (Bigıl) adlı meşhur araştırma gemisiyle çıktığı yolculukta Yeni Zellanda, Avustralya, Güney Afrika, Atlas Okyanusu Adaları, Güney Amerika gibi farklı coğrafyalardan bitki ve hayvan örnekleri toplayarak canlıları yakından inceleme fırsatı bulmuştur. Yolculuğu sırasında türlerin coğrafik yayılışı ve bulundukları coğrafyaya adaptasyonları dikkatini çekmiştir. Özellikle Güney Amerika kıyısının 900 km batısında bulunan volkanik kökenli Galapagos (Galapagos) Adaları'ndaki gözlemleri ve deneyimleri, evrim teorisinin temellerini atmasında önemli rol oynamıştır.



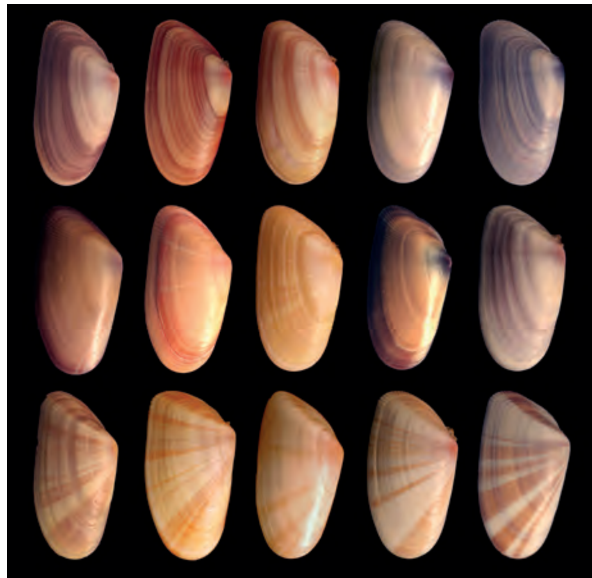
Resim 4.5 Charles Darwin (1809-1882)

Darwin, 1859 yılında yayımladığı "Türlerin Kökeni Üzerine" adlı kitabında, canlıların doğal seçilim yoluyla bir ya da birkaç ortak atadan değişerek evrimleştiğini öne sürmüştür. Darwin'in fikirleri üzerine inşa edilen modern evrim teorisi, biyoloji biliminin temeli ve birleştirici ögesi olmakla birlikte günümüzde hâlâ birçok yönüyle tartışılmakta ve konuyla ilgili araştırmalara devam edilmektedir. Nitekim bilimsel araştırmaların doğasında süreklilik esastır ve bilimsel bilgi daima değişime açıktır.

Darwin'in evrime ilişkin gözlemleri ve çıkarsamaları şu şekilde özetlenebilir:

1. Bütün türler yüksek bir üreme gücüne sahiptir. Doğan bireylerin hepsi başarılı bir şekilde üreyebilseydi popülasyon büyüklüğü geometrik artış gösterirdi. Oysaki doğal popülasyonlarda popülasyon büyüklüğü genel olarak belli bir sabitliktedir. Çünkü bir popülasyonda yeni oluşan bireylerin çok küçük bir bölümü gelişimlerini tamamlayarak kendi döllerini meydana getirebilmektedir. Geri kalanlar; hastalıklar, yırtıcılar, açlık, soğuk vb. durumlar neticesinde çiftleşip çoğalamadan yok olmaktadır. Sonuç olarak doğal kaynakların sınırlı olması, popülasyondaki bireylerin bu kaynaklar için rekabet etmesine neden olmaktadır.

2. Bir türün bireylerinin hiçbiri birbirinin tamamen aynısı değildir. Çevresel faktörlerin, eşeyli üremenin ve mutasyonların sebep olduğu bireye özgü bu farklılıklara **varyasyon** denir (Resim 4.6). Doğal popülasyonlarda iki varyasyon kaynağı görülür: kalıtsal olmayan varyasyonlar ve kalıtsal varyasyonlar.



Resim 4.6 Deniz kabuklarında [*Donax variabilis* (Donaks varyabilis)] varyasyon


Araştırınız

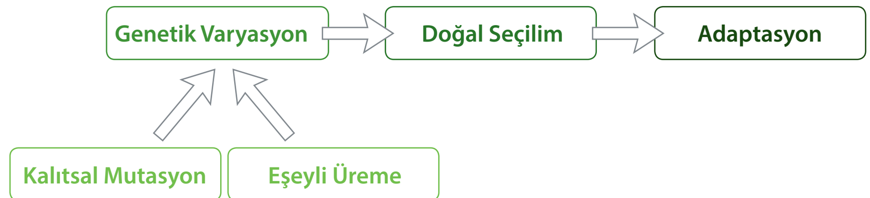


Köstebek gibi toprak altında yaşayan hayvanların görme duyularının neden gelişmemiş olduğunuaraştırarakLamarck ve Darwin'in görüşleri açısından değerlendiriniz.

Kalıtsal olmayan varyasyonlar, canlıların yaşına ve çevresel faktörlere bağlı olarak ortaya çıkar. Örneğin; yaşamının genç evresinde tırtıl olan kelebeğin sonrasında kanatlı bir canlıya dönüşüyor olması, bazı kelebek türlerinin ilkbaharda ve yaz sonunda erginleşen bireylerinin farklı renklerde olması, sulak ve verimli bir toprakta yetişen bir bitkinin kurak ve verimsiz topraklardakine göre daha gelişmiş olması kalıtsal olmayan varyasyonlardır. **Genetik (kalıtsal) varyasyonlar**, canlıların nesilden nesle aktardığı özelliklerdir. Varyasyonların birçoğu kalıtsaldır. Popülasyondaki bireylerin yaşam mücadelesinde var olmaları, kalıtsal özelliklerine bağlıdır. Bazı karakterleri taşıyan bireyler, çevresel faktörlere karşı daha fazla direnç gösterebilmekte ve dolayısıyla hayatta kalma şansları daha yüksek olmaktadır. Canlının başarılı bir şekilde yaşamasını sağlayan yapısal, davranışsal veya fizyolojik karakterlere sahip olmasına **adaptasyon (uyum)** denir. En iyi uyum sağlayanlar hayatta kalmayı başardığına göre bu bireyler özelliklerini gelecek kuşaklara aktaracak, uyum sağlayamayanlar ise ortadan kalkacaktır. Bu durum **doğal seçilim (doğal seleksiyon)** olarak adlandırılır. Doğal seçilim süreci devam ettikçe çevrenin değişen koşulları altında, popülasyondaki bireyler arasında gittikçe artan farklılıklar meydana gelir. Bu süreç, zaman içinde yeni akraba türlerin oluşmasıyla sonuçlanabilir.

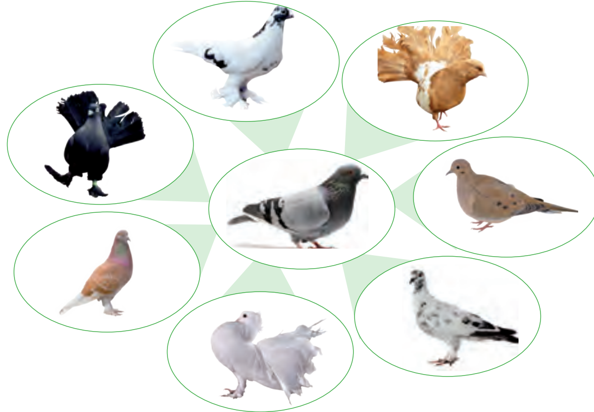
- **Doğal seçilim, popülasyonu oluşturan bireyler arasındaki genetik varyasyon sebebiyle meydana gelir.**
- **Popülasyonların çevrelerine adaptasyonu, doğal seçilimin bir ürünüdür.**

Doğal seçilimin ham maddesi popülasyonlardaki genetik varyasyonlardır (Şema 4.2). Genetik varyasyonların iki kaynağı vardır. Bunlar, kalıtsal mutasyon ve eşeyli üremedir. **Mutasyon;** radyasyon, X ışını, ultraviyole ışınları, ani sıcaklık değişimleri ve kimyasallar gibi etkiler sonucunda genetik materyalde meydana gelen kalıtılabilir kararlı değişimdir. Her mutasyon, evrim için önem taşımaz. Canlının vücut hücrelerinde gerçekleşen mutasyonlar sadece o canlıyı etkilerken üreme ve üreme ana hücrelerindeki mutasyonlar, gelecek nesillere de aktarılabilir. Nesiller boyunca birikerek devam eden bu kalıtsal değişiklikler, tür genelinde değişikliğe neden olabilmektedir.



Şema 4.2 Evrimsel sürecin işleyişi

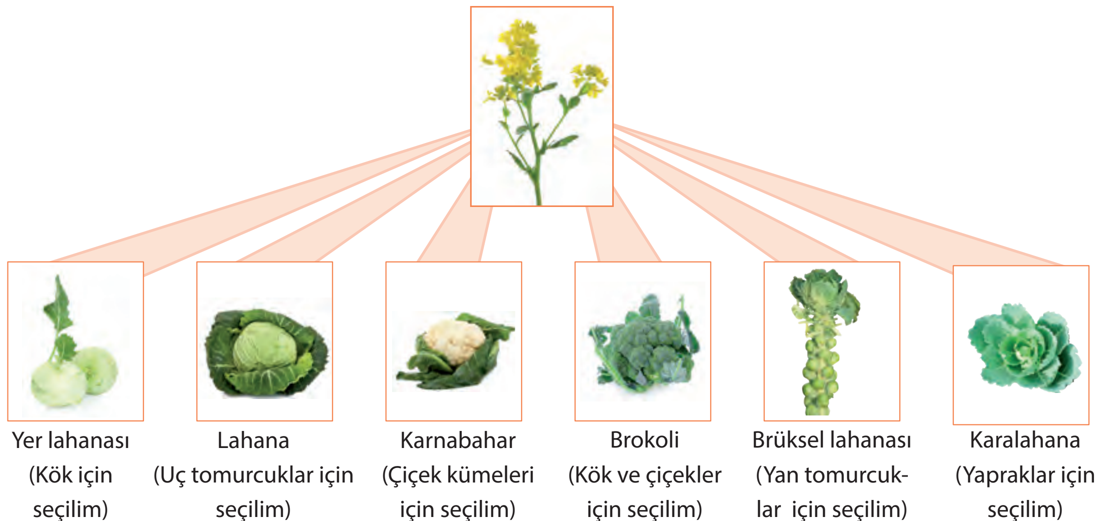
Darwin, evrimleşme sürecinde seçilmenin gücünü ilk olarak bitki ve hayvanların ıslahında uygulanan **yapay (insan eliyle yapılan) seçilim**lerde gözlemlemiştir. Aynı zamanda bir güvercin yetiştiricisi olan Darwin, güvercinlerin yapay seçilimi sonucu farklı renk, boy, biçim ve davranışlara sahip güvercinler elde edilebildiğini görmüştür (Şekil 4.7). Darwin, insanların hayvanları evcilleştirirken belirli özellikleri seçebilmelerine benzer bir sürecin doğada da işlevsel olabileceğini düşünmüştür. Dolayısıyla ona doğal seçilim terimini kullanmasında yapay seçilim kavramı ilham olmuştur.



Şekil 4.7 Günümüzdeki güvercin çeşitlerinin tamamı, yabanıl kaya güvercini *Columba livia*'nın (Kolumba livya) yapay seçilimi sonucu elde edilmiştir.

İnsanlar, istedikleri özellikleri taşıyan bireyleri damızlık olarak seçmiş ve böylece türlerin kuşaklar boyunca değişikliğe uğramalarını sağlamışlardır. Bu nedenle insanların besin ya da çeşitli amaçlarla kullanmak üzere yetiştirdikleri bitki ve hayvanlar, genellikle yabanıl atalarına çok az benzemektedir. Darwin, yapay seçilimle kısa bir zaman dilimi içerisinde bu kadar fazla değişiklik meydana getirilebiliyor olmasından yola çıkarak doğal seçilimin, türleri yüzlerce ya da binlerce kuşak boyunca önemli ölçüde değiştirebileceği sonucuna ulaşmış ve evrim teorisini doğal seçilim mekanizması temelinde açıklamıştır.

Yapay seçilim, tarım ve hayvancılıkta ıslah çalışmalarının temelini oluşturur. Popülasyonlardaki genetik varyasyonlar kullanılarak yapılan yapay seçilimlerle farklı özelliklere sahip bitki ve hayvanlar elde edilmektedir. Örneğin; lahana, bürüksel lahanası, yer lahanası, karnabahar, karalahana ve brokolinin ortak atası *Brassica oleracea* (Brassika olerase) adlı yabanıl bir hardal türüdür. Bu bitkinin farklı kısımlarının tercihine dayalı seçilim sayesinde üreticiler söz konusu bitkileri yetiştirmişlerdir (Şekil 4.8). Bu sonuçlar, yabanıl hardal bitkisinin gen havuzunda büyük oranda varyasyon olduğunun kanıtıdır.



Şekil 4.8 Yabanıl hardalın yapay seçilimi ile birçok sebze üretilmiştir.



Tarım ve hayvancılıkta yapay seçilim uygulamaları nelerdir? Araştırınız.

İnsanlar binlerce yıldır bitkilerin kalıtsal yapısına müdahale etmişler, doğal olarak var olmayan birçok bitkiyi günlük yaşamda kullanıma sunmuşlardır. Tarımdaki yapay seçilim ürünlerine bir başka örnek de günümüzdeki mısırdır. *Euchlaena mexicana* (Öklena meksikana) adlı küçük taneli ve tanelerinin her birinin dış yaprağı olan bir tahılın ıslahı sonucu, günümüzdeki iri koçanlı ve taneleri kabuklu olmayan mısır oluşturulmuştur (Resim 4.7).



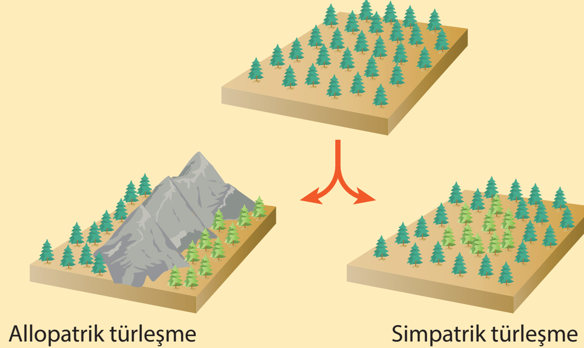
Resim 4.7 *Euchlaena mexicana* adlı bir tahılın yapay seçilimi sonucu günümüzdeki mısır bitkisi elde edilmiştir.

Yapay seçilim, bitkilerde olduğu kadar hayvanlarda da sık karşılaşılan bir durumdur. Örneğin, günümüzdeki köpek çeşitliliği de binlerce yıldır uygulanan yapay seçilimden kaynaklanmaktadır. Günümüzdeki köpek çeşitlerinin tümü, kurt olarak bildiğimiz *Canis lupus*'un (Kanis lupus) alt türleridir. İnsanlar, binlerce yıldır yaşadıkları bölgelerin şartlarına en uygun, en az saldırgan, en güçlü gibi özelliklerine göre seçtikleri vahşi kurtları evcilleştirmiş ve bu özelliklerine göre seçilim uygulamıştır. Ayrıca hayvancılıkta süt, yumurta, et, bal, yün vb. üretiminde miktarı ve kaliteyi artırmak için yapay seçilim sık başvurulan bir yöntemdir.

Doğada popülasyonu oluşturan bireyler arasındaki gen alışverişinin kesilme nedenlerine dayanılarak iki temel türleşme şekli tanımlanmaktadır:

1. Allopatrik türleşme: Bir popülasyonun yaşadığı coğrafik alanın herhangi bir nedenle bölünmesi sonucu, atasal popülasyondan ayrılan bireylerin izole olan yaşam alanında yeni bir türü oluşturmasıdır.

2. Simpatrik türleşme: Popülasyonda herhangi bir fiziksel engel olmadan, mutasyonlar ve rastgele olmayan çiftleşmeler gibi etkenler nedeniyle gen alışverişinin kesilmesi veya indirgenmesi sonucu yeni türlerin oluşmasıdır.



2.3. DOĞADAKİ DEĞİŞİKLİKLERİN EVRİME ETKİSİ

Yeryüzü, gerek iklimi gerekse jeolojik yapısı bakımından sürekli bir değişim içindedir. Bu değişim, oldukça yavaş ve milyonlarca yıl içinde meydana geldiğinden canlılar için tehlike oluşturmamaktadır. Ancak günümüzde insanların çevreyi hızla değiştirme gücü ve küresel ısınmayla birlikte iklimsel değişikliklerin görülmesi, türlerin yaşam alanlarını azaltmaktadır. Hızla değişen ortam şartlarına adaptasyonda zorlanan türlerin nesilleri tehlike altına girmektedir.



Araştırınız

Yaşanmakta olan iklim değişikliklerinin olası sonuçlarıyla ilgili bilim insanları tarafından üretilen kısa ve uzun vadeli senaryoları araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta tartışınız.

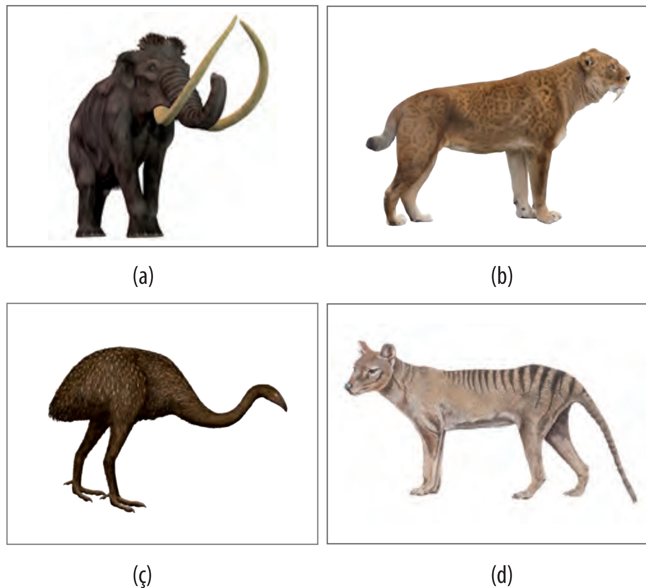
Genel olarak küçük hayvanların (kuş, sincap vb.) popülasyon boyutu daha büyüktür ve nesiller arasındaki süre daha kısadır. Popülasyon boyutunun büyük olması, evrim için gerekli bir ön koşul olan genetik çeşitlilik olasılığını artırdığından popülasyonun değişen çevre koşulları karşısında evrimleşmesini de kolaylaştırmaktadır. Nesiller arasında daha kısa süre olması ise evrimsel değişim hızının, çevresel koşullardaki değişim hızına ayak uydurmasını sağlamaktadır. Daha büyük canlılar genel olarak nesiller arasında daha uzun süreye sahip olduğu için daha yavaş evrim geçirirler. Aynı zamanda popülasyonları daha küçük olduğundan değişen çevre koşullarına uyum sağlayacak genlere sahip olma olasılıkları daha düşüktür.



Araştırınız

Dinozorların neslinin tükenmesinin nedenleri ile ilgili teoriler nelerdir? Araştırınız.

Dünya'nın varoluşundan günümüze kadar birçok canlı türü tükenmiştir. Bunlar arasında çeşitli vücut şekilleri ve büyüklükleriyle dikkati çeken dinozorların yok oluşları hâlâ birçok yönüyle tartışılmaktadır. Ayrıca Tazmanya kaplanı, moa kuşu, mamut, kılıç dişli kaplan (Resim 4.8) gibi pek çok canlı, yaşanan iklim değişiklikleri veya insan müdahalesi nedeniyle yok olmuştur. Bilim insanları, küresel ısınmanın günümüzdeki hızıyla devam etmesi ve iklim değişiklikleri karşısında önlem alınmaması durumunda bazı türler uyum gösterebilse de birçok türün yok olacağını belirtmektedirler. Çünkü binlerce veya milyonlarca yıl boyunca adaptasyon göstermiş oldukları çevre koşulları, önümüzdeki birkaç on yıl içerisinde bütünüyle değişecektir. Örneğin; kutup ayısı, siyah ayaklı dağ gelinciği, dev panda, Galapagos pengueni, dev orkide ve kardelen bu tehlikeyi yaşayan canlılar arasındadır. Bu noktada bize düşen görev, küresel ısınmaya ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olacak müdahalelerden kaçınmak ve doğayla barışık yaşamaya özen göstermektir.



Resim 4.8 Nesli tükenen canlılara örnek: (a) Mamut, (b) Kılıç dişli kaplan, (c) Moa kuşu, (d) Tazmanya kaplanı

OKUMA METNİ

SOYU TÜKENMİŞ DNA YENİDEN CANLANIYOR



Avustralya'daki Melbourne (Melborn) Üniversitesi ile Houston Texas (Hüstın Teksas) Üniversitesi Anderson (Endırsın) Kanser Merkezindeki bilim insanları, keseli kurt olarak da bilinen Tazmanya kaplanının yaklaşık 100 yıldır alkolde korunan örneklerindeki DNA'yı çıkardı. DNA zarar görmüş durumdaydı ama araştırmacılar her hayvandan tüm karakteristik özelliklerini taşıyan bir DNA dizisi ayırmayı başardı. Bunun ardından araştırmacılar keseli kurdun DNA'sında kollajen üretimini kontrol eden bir gen parçasını alarak farelere yerleştirdi. Keseli kurt DNA'sı, fare embriyosundaki kıkırdak üreten hücrelerde yer alan bir geni çalıştırdı. Böylece araştırmacılar, soyu tükenmiş bir hayvanın bir parçasını yeniden yaşama döndürmüş oldular. Böyle bir çalışma, biyologlara türlerin beden şekli ve büyüklüğündeki görkemli çeşitliliği oluşturmak için genlerini nasıl kullandıklarını öğretebilir.

Tazmanya kaplanları, öteki adlarıyla keseli kurtlar, etçil keselilerdi. 1900'lü yılların başında doğada soyları tükenene kadar avlandılar. Son keseli kurt 1936'da Hobart (Hobırt) Hayvanat Bahçesinde esaret altında öldü. Ama bugün bilim insanları, keseli kurdun DNA'sının bir parçasını bir farede çalıştırdılar.

Yeni çalışmanın yazarlarından, Melbourne Üniversitesinde üreme ve gelişim biyoloğu Marilyn Renfree (Merlin Renfri), "Simge olmuş bu Avustralya etçiline ilişkin daha çok şey öğrenmeye, özellikle de soyunun tükenmesinden biz insanlar sorumlu olduğumuz için büyük bir ilgi duyduk." diye belirtiyor.

Pennsylvania (Pensilvanya) Devlet Üniversitesinde genom araştırmacısı olan Stephen Schuster (Stefın Şuster), "Bundan bir sonraki aşama, eski bir DNA'yı bir hayvana ya da biyolojik bir sisteme taşımaya çalışmaktır." diyor ve ekliyor: "Araştırmacılar bir tavuğu dinozora ya da bir fili mamuta benzetebilecek hızlandırıcı genleri ya da başka düzenleyici elemanları bulmak için bu yöntemi kullanabilir." Ama böyle yöntemler, birtakım dramatik sonuçlara ulaşmayı sağlasa bile dodoları, dinozorları ve mamutları geri getirmeyecektir. "Eğer çok tüylü bir Afrika filiniz varsa bu yöntem filinizi mamuta benzetmek için ilk adımdır ama elbette bu bir mamut olmayacaktır. Bu ancak tuhaf görünüşlü bir fil olabilir." diyor.

Esra Tok
Bilim ve Teknik, Temmuz 2008
(Düzenlenerek kısaltılmıştır.)

2. BÖLÜM DEĞERLENDİRME

1. Aşağıdaki tabloda, "evrim" konusuyla ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. adaptasyon	2. mutasyon	3. homolog organ	4. yapay seçilim
5. doğal seçilim	6. varyasyon	7. evrim	8. analog organ

a) Farklı türdeki canlıların benzer işlevleri üstlenmiş, yapıları farklı organlarına .... adı verilir.

b) Hücrenin genetik materyalinde radyasyon, X ışını, ultraviyole, ani sıcaklık değişimleri ve kimyasallar gibi etkiler sonucu meydana gelen kalıtılabilir kararlı değişimlere .... denir.

c) Popülasyonlarda çevresel faktörlerin, eşeyli üremenin ve mutasyonların sebep olduğu bireysel farklılıklara .... denir.

ç) Popülasyonlarda en iyi uyum sağlayanların hayatta kalmayı başardığı ve özelliklerini gelecek kuşaklara aktardığı, uyum sağlayamayanların ise ortadan kalktığı evrimsel süreç, ... olarak adlandırılır.

d) Embriyonik gelişim, kökenleri benzer ancak farklı işlevleri üstlenmiş olan organlara .... denir.

e) Bir popülasyonun genetik yapısının nesilden nesile geçirdiği veya geçirmekte olduğu değişimlere .... denir.

3. Lamarck ve Darwin'in evrim hakkındaki göüşleri nelerdir? Kısaca açıklayınız.

Lamarck: ....

....

....

....

....

Darwin: ....

....

....

....

....

IV. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A. Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler için "doğru" veya "yanlış" seçeneğini işaretleyiniz.

	Doğru	Yanlış
1. Süreç içinde evrimleşebilen en küçük biyolojik birim popülasyondur.	○	○
2. Mutasyonların tamamı evrimleşmede etkilidir.	○	○
3. Aristoteles'in ileri sürdüğü görüşe göre cansız maddelerin sahip olduğu aktif öz adı verilen güç, koşullar uygun olduğu zaman bir canlı oluşturabilir.	○	○
4. Kullanılmayan organların körelmesi Darwin'in görüşüdür.	○	○
5. Evrimin ham maddesi, kalıtsal varyasyonlardır.	○	○
6. Canlılar arasındaki akrabalık derecesinin belirlenmesinde homolog organlar kullanılır.	○	○
7. İlk oluşan heterotrof canlılar, oksijenli solunum yapmıştır.	○	○
8. Ototrof görüşü, ilk canlının kendi besinini kendisinin ürettiğini ileri sürer.	○	○
9. Louis Pasteur, yaptığı kontrollü deneyleriyle biyogenez görüşünü çürütmüştür.	○	○
10. Miller'in, hayatın başlangıcı ile ilgili yaptığı deneyi, ototrof görüşü desteklemektedir.	○	○

B. 1. Aşağıdaki olaylarla jeolojik çağları eşleştiriniz.

Olaylar	Jeolojik Çağlar
(1) Yaşam çeşitliliği ve yaygınlığı en fazla düzeye ulaşmıştır:	(a) Prekambriyen
(2) Sürüngen ve dinozorlar geniş yayılım göstermiştir:	(b) Senozoik
(3) İnsan ortaya çıkmıştır:	(c) Paleozoik
(4) Dünya, yaşa uygun olarak şekillenmiş ve gezegen hâline dönüşmüştür:	(ç) Mezozoik

2. Yukarıdaki tabloda yer alan jeolojik çağları, süresi en uzun olandan en kısa olana doğru sıralayınız.

.... > .... > .... > ....

C. Aşağıdaki tabloda, "hayatın başlangıcı ve evrim" konusuyla ilgili kavramlar yer almaktadır. Bu kavramları kullanarak aşağıda verilen cümleleri tamamlayınız.

1. senozoik	2. paleontoloji	3. panspermia	4. paleozoik
5. adaptasyon	6. mezozoik	7. ototrof görüşü	8. varyasyon

1. Dünya'daki yaşamın, başka bir gezegendeki canlıların spor ya da tohumlarının gök taşları ile Dünya'ya taşınması sonucunda başladığını ileri süren görüş .... olarak adlandırılmaktadır.

2. İlk canlıların fotosentez ya da kemosentez yoluyla inorganik moleküllerden organik molekülleri üreten canlılar olduğunu ve diğer canlıların da bu canlılardan meydana geldiğini ileri süren görüşe .... adı verilir.

3. .... Çağ'da yeryüzündeki kıtalar hemen hemen bugünkü konumlarını almış, insan ortaya çıkmış ve yazılı tarih başlamıştır.

4. Canlıların, bulundukları çevrede başarılı bir şekilde yaşamasını sağlayan yapısal, davranışsal veya fizyolojik karakterlere sahip olmasına .... denir.

5. .... : Sürüngen ve dinozorların geniş yayılım gösterdiği, kuşlar ve memelilerin ortaya çıktığı çağdır.

6. .... , organizmaların geride bıraktığı fosilleri inceleyerek Dünya'daki yaşamın geçmişini anlamaya çalışan bilim dalıdır.

D. Darwin' in evrim teorisine göre bir türün evrimleşmesi sırasında adaptasyon, kalıtsal varyasyon, doğal seçilim ve mutasyon olaylarının gerçekleşme sırasını yazınız.

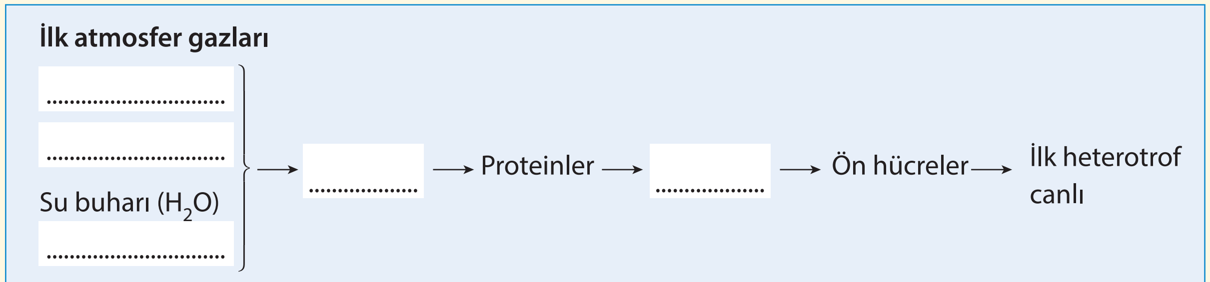
I. ....

II. ....

III. ....

IV. ....

E. Aşağıda kimyasal evrim süreciyle ilgili verilen şemada boş bırakılan yerleri uygun kelimelerle tamamlayınız.



IV. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. Aşağıda verilen, hayatın başlangıcı ile ilgili görüşlerden hangisi canlıların cansız maddelerin kimyasal evrimi sonucu oluştuğunu ileri sürmektedir?

A) Abiyogenez görüşü

B) Heterotrof görüşü

C) Panspermia görüşü

D) Biyogenez görüşü

E) Ototrof görüşü

2. Aşağıdakilerden hangisi farklı türler arasındaki akrabalık ilişkilerini açıklamada <u>kullanılmaz</u>?

A) Fosil kayıtların incelenmesi

B) Protein yapılarının karşılaştırılması

C) Embriyolojik benzerliklerin incelenmesi

D) Analog organların incelenmesi

E) DNA diziliminin karşılaştırılması

3. Aşağıda hayatın başlangıcı ile ilgili ortaya atılan görüşlerin açıklamaları verilmiştir:

- Canlıların cansız maddelerden kendiliğinden oluştuğunu ileri sürer.
- Canlıların uzun süren bir kimyasal evrim neticesinde ortaya çıkan organik maddelerden oluştuğunu ileri sürer.
- Canlıların uzaydan gelen meteorlar üzerindeki sporlarla dünyaya geldiğini ileri sürer.
- İlk canlının üretici ve gelişmiş bir canlı olduğunu ileri sürer.

Açıklaması verilen görüşler arasında aşağıdakilerden hangisi yer <u>almamaktadır</u>?

A) Heterotrof görüşü

B) Ototrof görüşü

C) Abiyogenez

D) Panspermia

E) Yaratılış

4. Aşağıdakilerden hangisi canlıların evrimsel süreçte sahip oldukları bir adaptasyon örneği <u>değildir</u>?

A) Deve kuşlarının uzun ve güçlü bacaklarının olması

B) Kutup ayılarının ayaklarının geniş tabanlı olması

C) Zebraların çizgili görünümleri

D) Kaplanın keskin dişlerinin ve pençelerinin olması

E) Çuha çiçeğinin 15-20 derecede kırmızı renk açması

5. Aşağıdakilerden hangisi Lamarck'ın evrimle ilgili öne sürdüğü görüşlerden biri <u>değildir</u>?

A) Adaptasyonların kazanılması

B) Kullanılan vücut kısımlarının daha fazla gelişmesi

C) Sonradan kazanılan karakterlerin nesilden nesile aktarılması

D) Bireylerin çevre şartlarının etkisiyle yeni karakterler kazanması

E) Kullanmama sonucu bazı karakterlerin kaybolması

6. Evrim teorisine göre;

I. İnsanların farklı boy uzunluklarına sahip olmaları

II. Kurak ortam bitkilerinin gövdelerinde su depolaması

III. Van kedisinin gözlerinin farklı renkte olması

olaylarını açıklayan evrimsel mekanizmalar sırasıyla aşağıdakilerden hangisidir?

A) Mutasyon-Adaptasyon-Varyasyon

B) Modifikasyon-Mutasyon-Doğal seçilim

C) Varyasyon-Adaptasyon-Mutasyon

D) Modifikasyon-Adaptasyon-Mutasyon

E) Varyasyon-Mutasyon-Adaptasyon

7. Evrim teorisine göre;

I. Akraba türler farklı koşullarda, farklı adaptasyonlara sahip olabilirler.

II. Aynı bölgede yaşayan farklı türde canlılar, benzer adaptasyonlara sahip olabilirler.

III. Ortam şartlarına uyum sağlayamayan canlılar, nesilleri tükenerek doğal seçilime uğrayabilirler.

ifadelerinden hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

8. Bir türün evrimleşme sürecinde;

I. Doğal seçilim

II. Kalıtsal varyasyon

III. Adaptasyon

olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

A) I, II ve III B) II, I ve III C) II, III ve I

D) III, II ve I E) III, I ve II

9. Doğal seçilim, ortam şartlarına uyum sağlayamayan canlıların zamanla popülasyondan elenmesidir.

Buna göre;

I. Kalıtsal varyasyon

II. Ani ve hızlı iklim değişiklikleri

III. Eşeysiz üreme

olaylarından hangisi ya da hangileri doğal seçilimi hızlandırır?

A)Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

10. Heterotrof hipotezine göre aşağıdaki reaksiyonların hangisinde görev alan enzim, diğerlerinden sonra gelişmiştir?

A) Glikoliz B) Replikasyon

C) Translasyon D) Krebs çemberi

E) Calvin döngüsü

11. Bir popülasyonda gerçekleşen;

I. Popülasyonun coğrafik engellerle bölünmesi ve gen alışverişinin kesilmesi

II. Eş seçimlerinin rastgele olması

III. Belirli bir özelliği taşıyan bireylerin ölmesi

gibi durumlardan hangisi popülasyonun evrimini hızlandırır?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

12. Canlı vücuduna ait;

I. Yumurta

II. Yumurtalık

III. Sperm

IV. Sperm ana hücresi

yapılarından hangilerinde gerçekleşecek bir mutasyon kalıtsal olabilir?

A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) I, II, III ve IV

13. Bir tarım bitkisinde sürekli olarak daha fazla ürün veren ırklar seçilerek yapılan çalışmalar sonucunda verim artışı sağlanmıştır.

Yukarıda verilen açıklamada sözü geçen uygulama aşağıdakilerden hangisidir?

A) Adaptasyon B) Doğal seçilim

C) Yapay seçilim D) Kalıtsal varyasyon

E) Mutasyon

14. Evrim teorisiyle ilgili görüşler çerçevesinde;

I. Darwin'e göre vücut hücrelerinde meydana gelen bir mutasyon, tür içi çeşitliliğe neden olabilir.

II. Lamarck'a göre kullanılan organlar gelişir ve bu özellikler sonraki nesillere aktarılır.

III. Darwin'e göre popülasyonu oluşturan bireyler arasında sürekli bir rekabet vardır.

açıklamalarından hangisi ya da hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

CEVAP ANAHTARI

I. ÜNİTE

1. BÖLÜM

1. a) elçi (mesajcı) RNA b) timin c) antikodon halkası ç) protein d) nükleotit e) deoksiriboz
f) replikasyon orjini g) gen ğ) glikozidik bağ h) ribozomal RNA ı) helikaz i) bakteriyofaj

2. Adenin / Guanin = 2

3. a) Adenin= 2500 b) Guanin = 3500 c) Pürin/Primidin = 1

4. 1. Azotlu organik baz 2. Pentoz 3. Fosfat 4. Nükleozit 5. Nükleotit

5. 1. Pürin Bazları a) Adenin b) Guanin 2. Primidin Bazları a) Timin b) Sitozin c) Urasil

2. BÖLÜM

1. a) genetik kod b) plazmit c) poliploidi ç) transgenik organizma d) RNA polimeraz
e) genom f) biyoenformatik g) polizom ğ) yapay döllenme h) ligaz ı) melezleme
i) restriksiyon enzimleri

5. 6-4-3-1-5-2

6. a) CUA ACG b) GAU UGC

I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A

1. D 2. Y 3. Y 4. D 5. D 6. Y 7. Y 8. D 9. Y 10. D 11. D 12. Y 13. Y 14. Y 15. D 16. Y 17. Y 18. D 19. D 20. D
21. Y 22. D 23. Y 24. Y 25. D

B

1. nükleozit 2. urasil 3. fosfat grubu 4. translasyon 5. riboz 6. hidrojen bağı 7. klon 8. transkiripsiyon
9. proteomik 10. kodon 11. Okazaki parçaları 12. DNA polimeraz

D

1. 999 amino asit 2. 61çeşit tRNA 3. 20 çeşit amino asit

F

1. kromozomal DNA 2. restriksiyon enzimi 3. klonlanmak istenen gen 4. plazmit 5. vektör 6. ligaz enzimi
7. restriksiyon enzimi 8. transformasyon 9. rekombinant bakteri

I. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. C 2. D 3. D 4. A 5. E 6. D 7. D 8. B 9. E 10. C 11. D 12. C 13. D 14. A 15. E 16. D 17. A 18. B 19. B
20. E 21. A 22. E 23. D 24. A 25. B 26. C 27. C 28. E 29. D 30. A 31. C

II. ÜNİTE

1. BÖLÜM

1. a) trake, trakeid b) meristem doku c) koleoptil ç) gravitropizma d) apikal dormansi e) sklerenkima lifleri, taş hücreleri f) kütikula g) nasti ğ) periderm h) periskl

4. 1-d 2-c 3-ç 4-a 5-b

5. 1. kütikula 2. palizat parankiması 3. sünger parankiması 4. ksilem 5. floem 6. stoma

6. 1. olgunlaşma bölgesi 2. uzama bölgesi 3. bölünme bölgesi 4. emici tüy 5. prokambiyum 6. temel meristem 7. protoderm 8. apikal meristem 9. kaliptra

2. BÖLÜM

1. a) mikoriza b) ksilem, floem c) nodül ç) plazmodezm d) gutasyon e) stoma f) kaspari şeridi

3. Stomalar; 1. aydınlık ortamda, 2. pH arttığında, 3. ozmotik basınç arttığında açılır.
1. Karanlık ortamda, 2. pH azaldığında, 3. ozmotik basınç azaldığında kapanır.

5. b) 1-4-2-5-3

3. BÖLÜM

1. a) mikropil b) tozlaşma c) kozalak ç) generatif hücre,tüp hücresi d) endosperm e) başçık f) sinerjit hücreler

4. 1. başçık 2. sapçık 3. erkek organ 4. taç yaprak 5. çanak yaprak 6. tepecik 7. dişicik borusu 8. yumurtalık 9. dişi organ

5. 4-2-5-1-6-3

II. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A

1. D 2. Y 3. D 4. Y 5. Y 6. D 7. D 8. D 9. Y 10. Y 11. D 12. D 13. Y 14. D 15. D 16. Y 17. Y 18. D 19. D 20. D 21. Y 22. D 23. D 24. D 25. Y 26. D

B

1. kaliptra 2. emergens 3. nodyum 4. lentisel 5. mezofil tabakası, palizat parankiması-sünger parankiması 6. hidatot 7. tepecik, dişicik borusu 8. kollenkima, sklerenkima

C

1-ç 2-d 3-e 4-b 5-a 6-c

E

1. Meristem Doku a) Apikal Meristem b) Lateral Meristem 2. Temel Doku a) Parankima b) Kollenkima c) Sklerenkima (Sert Doku) 3. İletim Doku a) Ksilem (Odun Borusu) b) Floem (Soymuk borusu) 4. Örtü Doku a) Epidermis b) Periderm

F

1. makrospor ana hücresi 2. mikropil 3. megaspor 4. polar çekirdekler 5. sinerjit hücreler 6. antipot hücreler 7. yumurta 8. başçık 9. mayoz 10. mitoz 11. polen 12. generatif hücreler 13. vejetatif hücre

II. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. A 2. C 3. A 4. E 5. D 6. A 7. C 8. B 9. D 10. C 11. B 12. C 13. A 14. B 15. B 16. E 17. C 18. A 19. C 20. C 21. A 22. D 23. B 24. D 25. E 26. D 27. A 28. E 29. E 30. C

III. ÜNİTE

1. BÖLÜM

1. a) ekoton b) ekolojik niş c) holozoik ç) kommensalizm d) liken e) süksesyon f) amensalizm g) mutualizm

3.

Etkileşim Tipi	1. Canlı Üzerine Etkisi	2. Canlı Üzerine Etkisi
Rekabet	–	–
Av-Avcı	+	–
Mutualizm	+	+
Kommensalizm	+	0
Parazitizm	+	–
Amensalizm	0	–

2. BÖLÜM

1. a) popülasyon b) taşıma kapasitesi c) ekolojik ayak izi ç) endemik tür d) doğum, içe göç-ölüm, dışa göç

3. a) 27 b) 174 c) 147

III. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A

1. D 2. D 3. Y 4. D 5. Y 6. D 7. D 8. D 9. Y 10. Y 11. D 12. D 13. Y 14. D 15. Y 16. D

B

1. Klimaks 2. Popülasyon dinamikleri 3. komünite 4. simbiyoz yaşam 5. çevre direnci 6. demografi 7. parazit, konak

C

1-c, e 2-f 3-a, d 4-ç 5-b

E

1. Mutualizm a) Zorunlu b) Gevşek 2. Parazitlik a) Hayvansal i. İç parazitlik ii. Dış parazitlik b) Bitkisel i. Yarı parazitlik ii. Tam parazitlik, 3. Kommensalizm 4. Amensalizm

III. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. E 2. D 3. D 4. D 5. A 6. C 7. B 8. E 9. B 10. A 11. C 12. D 13. E 14. E 15. E 16. A 17. B 18. E 19. E 20. E 21. C 22. D 23. D 24. A 25. D 26. A 27. C 28. E 29. E 30. D 31. E 32. D

IV. ÜNİTE

1. BÖLÜM

1. a) abiyogenez b) biyogenez c) paleozoik ç) heterotrof görüşü d) prekambriyen
e) yaratılış görüşü

2. BÖLÜM

1. a) analog organ b) mutasyon c) varyasyon ç) doğan seçilim d) homolog organ e) evrim

IV. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (1)

A

1. D 2. Y 3. D 4. Y 5. D 6. D 7. Y 8. D 9. Y 10. Y

B

1. 1-c 2-ç 3-b 4-a

2. Prekambriyen > Paleozoik > Mezozoik > Senozoik

C

1. panspermia 2. ototrof görüşü 3. senozoik 4. adaptasyon 5. mezozoik 6. paleontoloji

D

I. Mutasyon II. Kalıtsal varyasyon III. Doğal Seçilim IV. Adaptasyon

IV. ÜNİTE DEĞERLENDİRME (2)

1. A 2. D 3. E 4. E 5. A 6. C 7. E 8. B 9. B 10. D 11. A 12. D 13. C 14. D

KISALTMALAR

mL	Mililitre	m^2	Metrekare
g	Gram	m^3	Merteküp
kg	Kilogram	°C	Derece Celsius
nm	Nanometre	dk.	Dakika
cm	Santimetre	km/sa.	Kilometre/saat
m	Metre	km/s	Kilometre/saniye
km	Kilometre	MÖ	Milattan Önce

SÖZLÜK

A

adhezyon: Farklı molekülleri bir arada tutan çekim veya kuvvet.

agar: Kırmızı alglerden elde edilen agar-agardan hazırlanarak bakteri kültürleri ve elektroforez jellerini hazırlamak için kullanılan jelatinimsi bir madde.

alöron: Bitki tohumlarında bulunan protein tanecikleri.

anatomi: Biyolojinin, canlıların doku ve organlarının yapıları ile uğraşan alt bilim dalı.

anemon: Mercanlar sınıfından; çok sayıda, uzun dokunaçları bulunan omurgasız hayvan.

antibiyotik: Bakterilerin üremesini engelleyen kimyasal madde.

antikor: Özel bir antijene karşı üretilen ve bağışıklıktan sorumlu glikoprotein yapısındaki madde.

apikal dominansi: Uç meristemin, lateral meristemin büyümesini önlemesi.

B

bakteri: Prokaryot hücre yapısına sahip, peptidoglikan yapıda hücre duvarına sahip mikroorganizma.

biyokimya: Canlıların yapısındaki maddelerin kimyasal özellikleri ile uğraşan bilim dalı.

biyoteknoloji: Canlı mikroorganizmalar ve/veya enzimleri kullanılarak yapılan endüstriyel uygulama.

bodur: Kısa boylu.

Ç

çeltik: Kabuğu ayıklanmamış pirinç.

çiçek: Tohumla üreyen bitkilerde, tohumu veren çanak ve taç yaprak, erkek organ ve dişi organdan oluşan en uçtaki büyüme tomurcukları.

D

diyabet: Kanda şeker oranının çok artmasıyla ortaya çıkan hastalık.

doku: Bitki ve hayvanlarda benzer görevi yapmak üzere bir arada bulunan hücre toplulukları.

doku kültürü: Çok hücreli canlılardan alınan bir hücrenin yapay ortamda çoğaltılarak yeni bir doku veya canlı oluşturulması.

dormansi: Tohumun ana bitkiden ayrılıp çimleninceye kadar geçen, embriyonik faaliyetlerin sıfıra yakın olduğu dönem.

döl yatağı: Dişi hayvanların yumurta veya yavrunun geliştiği bölüm. Rahim, uterus.

E

embriyo: Zigotun gelişerek oluşturduğu, gelişmenin erken evrelerindeki genç organizma.

endosperm: Tohumun çimlenip ilk yaprakları oluşuncaya kadar geçen sürede gerekli besini sağlayan doku.

F

fenotip: Bir organizmanın genetik yapısına bağlı olarak dış etkenlerin de etkisiyle ortaya çıkan görünüşü.

fermantasyon: Bakteri ve mantar hücrelerinin oksijensiz ortamda organik besinleri parçalayarak enerji açığa çıkarması. Mayalanma.

fizyoloji: Doku ve organların görev ve faaliyetlerini inceleyen bilim dalı.

fosil: Taş ya da buzullar içinde rastlanan, taşlaşmış, canlı parçaları.

fungus: Mantar.

G

gen: DNA üzerinde belirli bir baz dizisi uzunluğundan meydana gelmiş, bir polipeptid zincirinin veya bir RNA zincirinin üretiminden sorumlu DNA parçası.

genetik mühendisliği: Tedavi edici bir madde, aşı veya doğadakinden daha çabuk, daha fazla miktarlarda ürün üretmek için genetik materyalle yapılan herhangi bir hareket veya girişim.

glifosat: Yabancı bitkileri öldürmek amacıyla üretilmiş olan bir çeşit zehir. Herbisit.

gövde: Bitkilerde yaprak ve üreme organlarını taşıyan, genelde toprak üstünde olan yapılar.

H

habitat: Bir canlı türünü veya canlı topluluklarını barındıran ve kendine özgü özellikler gösteren yaşama ortamı.

hemofili: Kanın pıhtılaşmamasına neden olan kalıtsal hastalık.

heterotrof: Organik besin ihtiyacını dışarıdan hazır olarak karşılayan tüketici canlılar.

İ

interferon: Virüslere karşı üretilen, bağışıklık sağlayan kimyasal madde.

irin: Organizmanın herhangi bir yerinde iltihaplanma sonunda ölmüş hücre artıklarından ve bozulmuş akyuvarlardan oluşan, mikroplu veya mikropsuz, genellikle sarımtırak renkte koyuca sıvı.

K

kanser: Organizmada meydana gelen ve hücreleri kontrolsüz büyüyen kötü huylu tümörlere verilen isim.

kemosentez: İnorganik bileşiklerin oksidasyonu ile açığa çıkan enerjinin kullanılmasıyla gerçekleşen organik besin sentezi.

kloroplast: Yeşil bitki hücrelerinde bulunan, klorofil taşıyan organel çeşidi.

kohezyon: Bir maddenin moleküllerini bir arada tutan çekim kuvveti.

koleoptil: Tek çenekli bitkilerde filizin ucunu saran koruyucu örtü.

kök: Bitkinin toprak altında gelişen, topraktaki tuzları ve suyu emen, bitkiyi toprağa bağlayan, karbohidratları depo eden, hormon sentezleyen ve yer çekimi doğrultusunda büyüyen yapısı.

L

lam: Çeşitli preparatların hazırlanması ve mikroskobik incelemelerin yapılması için kullanılan belirli ölçütlerdeki cam malzeme.

lignin: Damarlı bitkilerde hücre duvarını sertleştirici, suda çözünmeyen, kompleks bir polimer.

M

meyve: Tohumlu bitkilerde döllenmeden sonra yumurtalığın gelişip olgunlaşması ile meydana gelen yapı.

mikrobiyoloji: Mikroorganizmalar ile uğraşan bilim dalı.

N

nektar: Çiçekli bitkilerde bulunan böcekleri, kuşları çeken tozlaşmaya yardımcı, bitki öz suyu.

nükleotit: DNA ya da RNA'nın tekrarlanan birimi. Bir azotlu organik bazdan, bir pentoz şekerinden ve bir fosfat grubundan oluşan yapı.

nükleozid: Azotlu organik baz ve pentoz şekerinden oluşan yapı.

O

ototrof: İnorganik ortamlarda gelişebilen ve karbondioksidi karbon kaynağı olarak kullanabilen üretici canlılar.

Ö

ökaryot: Çekirdeği ve zarlı organelleri olan gelişmiş yapıdaki hücre.

P

plazmit: Bakterilerde kendini eşleme yeteneği olan, genetik mühendisliği çalışmalarında diğer canlılara gen aktarmada taşıyıcı olarak kullanılan ana DNA'dan farklı halkasal DNA parçaları.

probiyotik: Hayvanların sindirim kanalındaki mikrofloranın ekolojik dengesini düzene sokmak, potansiyel patojen mikroorganizmaların zararlı duruma gelmesini önlemek ve hayvan sağlığını olumlu etkilemek üzere içme suyu veya yemlere katılarak verilen, Lactobacillus acidophilus ve Bifidobacterium vb. canlı mikroorganizmaları, maya kültürlerini içeren biyolojik ürünler.

prokaryot: Çekirdeği ve zarlı organelleri bulunmayan, ilkel yapıdaki hücre çeşidi.

protein: Amino asitlerin peptit bağlarıyla bağlanmasıyla oluşan, karbon, hidrojen, oksijen, azot ve kükürt içeren makromolekül.

R

reçine: Bazı odunlu bitkilerin salgıladıkları, katı veya yarı akışkan, yarı saydam, suda çözünmeyen salgı maddeleri.

rekombinasyon: İki ayrı DNA molekülünün birleşerek yeni DNA molekülünü oluşturması.

reseptör: Hücre içinde veya hücre zarında bazı uyarıcılara karşı hücre cevabının verilmesine yol açan protein, glikoprotein yapı.

S

santrifüj: Farklı yoğunluktaki sıvı ya da katı parçacıkların yoğunluklarına göre farklı hızlarda döndürülme ile birbirinden ayrılmasının sağlanması.

spor: Bitkilerin veya mantarların özelleşmiş ve hayatlarının devamını sağlayan, üreme yeteneği olan hücreleri.

T

tentakül: Bazı omurgasız hayvanlarda bulunan, dokunmaya ve tutmaya yarayan hareketli uzantı.

tohum: Bitkilerde döllenmeden sonra tohum taslaklarının gelişmesiyle meydana gelen yapı.

toksin: Canlı organizmalar üzerinde etkili olan zehirli madde

tomurcuk: Bitkilerde büyümeyi sağlayan, çiçek ve yaprak gibi organları veren uç noktalar.

transformasyon: Herhangi bir gen eklenmiş plazmidin bakteri içine girmesi.

V

virüs: Bir protein kılıf ve nükleik asite sahip, tamamı hastalık yapıcı, elektron mikroskobunda görülebilen parazit.

Y

yabanıl tip: Normal fenotipe sahip birey, mutasyona uğramamış.

yaprak: Bitkilerde gövde ve dallar üzerinde meydana gelen, çeşitli şekil ve renklerde, genellikle yeşil renkli, içlerindeki kloroplastlar sayesinde fotosentez ile madde sentezleyen yan uzantı.

Z

zatürre: Alveollerin iltihaplanması ile ortaya çıkan hastalık (pnömoni).

zigot: Yumurta ve spermin döllenmesiyle oluşmuş olan hücre.

KAYNAKÇA

Afyon, A., Kaya, M.A. ve Yağız, D. (2011). *Genel Biyoloji*. (Dördüncü Baskı). Nobel Yayın Dağıtım.

Ak İkinci, Ö. (2012). Bitkiler Çiçeklenme Zamanını Nasıl Biliyor?, *Bilim ve Teknik*, *535,* 9.

Akca, D. (2009). Anadolu Yerli Sığırı Klonlandı!, *Bilim ve Teknik*, *502*, 13.

Akman, Y. (1998). *Bitki Biyolojisine Giriş Botanik* (Sekizinci Baskı). Palme Yayıncılık.

Aktümsek, A. ve Konuk, M. (2010). *Genel Biyoloji*. Nobel Yayın Dağıtım.

Arslan, O., Bahar, M. ve Özel, A.Ç. (2011). *Genel Biyoloji Labaratuvar Kılavuzu*. Palme Yayıncılık.

Bayrhuber, H. ve Kull, U. (2005). *Linder Biologie* (22. Auflage). Schroedel.

Biyoloji Eğitiminde Evrim Sempozyumu. (2007). *Biyoloji Eğitiminde Evrim.* (Editörler: Bozcuk, A.N., Özmen, M. ve Çıplak, B.), 3-4 Mayıs 2007, İnönü Üniversitesi, Malatya, Türkiye. http://www.biyolojiegitim.yyu.edu.tr/ders/ev/sempozyumkitap.pdf Erişim Tarihi: 01.02.2015.

Bozcuk, A.N. (2011). *Genetik* (Üçüncü Baskı). Palme Yayıncılık.

Bozkurt, O. (2012). *Genel Biyoloji*. Pegem Akademi Yayıncılık.

Campbell. N.A., ve Reece, J. B. (2008). *Biyoloji* (Altıncı Baskı) (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ.). Palme Yayıncılık.

Claybourne, A. (2007). *Genler ve DNA*. (Çeviri: Nıvart Taşçı). İletişim Yayınları Popüler Bilim Kitapları.

Çelik, İ. (2009). GDO'lu Gündem, *Bilim ve Teknik*, *505,* 26-31.

Çivi Yılmaz, Ş. (2013). Yüzyılın Göktaşı Rusya'ya Düştü, *Bilim ve Teknik*, *546,* 34-36.

Demircan, K. (2014). Dedektif DNA, *Bilim ve Teknik*, *558,* 76-79.

Demirsoy, A. (1991). *Kalıtım ve Evrim* (Beşinci Baskı). Meteksan A.Ş.

Demirsoy, A. (2006). *Yaşamın Temel Kuralları*, Genel Biyoloji Cilt I/Kısım I. Meteksan A.Ş.

Demirsoy, A. (2007). *Yaşamın Temel Kuralları*, Genel Biyoloji Cilt I/Kısım II. Meteksan A.Ş.

Durmuşkâhya, C. (2006). *Bitkisel Hayat*. Tübitak Popüler Bilim Kitapları.

Freeman, S. and Herron J.C. (2007). *Evolutionary Analysis* (4th Edition). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Gözcelioğlu, B. (2009). Soyu Tehlikedeki Gündüz Yırtıcımız Şah Kartal, *Bilim ve Teknik*, *502,* 84-85.

Gözcelioğlu, B. (2012). Bir Zamanlar Anadolu'da Mangrov Ormanları-Doğa Tarihi, *Bilim ve Teknik*, *541,* 88.

Gözcelioğlu, B. (2012). Orkideler, *Bilim ve Teknik*, *541,* 52-58.

Gözcelioğlu, B. (2013). Hem Omurgalı Hem Parazit: Deniz Dokuzgözlüsü-Fauna, *Bilim ve Teknik*, *549,* 76.

Gözcelioğlu, B. (2013). Anadolu'nun Tarih Öncesi Atları-Doğa Tarihi, *Bilim ve Teknik*, *549,* 80.

Gözcelioğlu, B. (2013). Parazit Bitki Ailesi Canavarotugiller-Flora, *Bilim ve Teknik*, *551,* 84.

Graham, L.E., Graham, J.M. and Wilcox, L.W. (2003). *Plant Biology.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Güçe, M., Yavuz, H. ve Karaca, S. (2012). Türkiye'nin Beşeri Sermayesi: Demografik Dönüşümün Bilançosu, *Analist,* 22, 16-29.

Güneş, T. (2006). *Genel Biyoloji*. Anı Yayıncılık.

Kaçar, B., Katkat, A.V. ve Öztürk, Ş. (2010). *Bitki Fizyolojisi* (Dördüncü Baskı).Nobel Yayın Dağıtım.

Kantarlı, S. (2011) Anıt Ağaçlar, *Tabiat ve İnsan, 45,* 78.

Karaçay, B. (2013). *Yaşamın Sırrı DNA*. Tübitak Popüler Bilim Kitapları.

Karol, S. Suludere Z. ve Ayvalı, C. (1998). *Biyoloji Terimleri Sözlüğü*. Türk Dil Kurumu.

Keeton, W.T., Gould, J.L. ve Gould, C.G. (2004). *Genel Biyoloji* (Çeviri Editörleri: Demirsoy, A. ve Türkan, İ.). Palme Yayıncılık.

Kılıç Ekici, Ö. (2011). Parazitlerin Kurbanlarına Oynadıkları Oyunlar- Zombi Karıncalar, *Bilim ve Teknik*, *528,* 44.

Kılıç Ekici, Ö. (2014). Ülkemizin İlk Transgenik Kuzusu "Çimen" Dünyaya Geldi, *Bilim ve Teknik*, *555,* 10.

Kocataş, A. (1999). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*. Ege Üniversitesi Basımevi.

Kurt, L. (2011). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Türkiye'nin Bitki Çeşitliliği Üzerine Etkileri, *Bilim ve Teknik, 521,* 54-58.

Mısıroğlu, M. (2003). Kaybolan Biyolojik Zenginliklerimiz: Soyu Tükenen Memeliler, *Bilim ve Teknik*, *429,* 88-91.

Miram, W. ve Scharf, H.H. (1994). *Biologie Heute SII. Schroedel Schulbuchverlag*.

Murray, W.N. (2007). *Botanik*. Pearson Studium.

Odum, E.P. ve Barret, G.W. (2008). *Ekolojinin Temel İlkeleri* (Çeviri Editörü: Işık, K.). Palme Yayıncılık.

Özer, Z. (1996). Etobur Bitkiler, *Bilim ve Teknik, 342,* 50-56.

Raven, P.H., Evert, R.F. ve Eichhorn, S.E. (2006). *Biologie der Pflanzen (Vierte Auflage)*. De Gruyter.

Richter, G. (1997). *Stoffwechselphysiologie der Pflanzen (Sechste Auflage)*. Thieme.

Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C. ve Berenbaum, M. (2009). *Life: The Science of Biology.(Ninth Edition). Sinauer Associates Inc*.

Smith, T.M. ve Smith, R.L. (2009). *Ökologie (Sechste Auflage)*. Pearson.

Tok, E. (2008). Soyu Tükenmiş DNA Yeniden Canlanıyor, *Bilim ve Teknik*, *488,* 12.

Unutmaz, İ. (2010). Yararlı Parazitoidler, *Bilim ve Teknik*, *508,* 84-89.

http://www.tarim.gov.tr (Erişim Tarihi: 02.04.2015)

http://www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 18.06.2015)

https://rankingamerica.files.wordpress.com/2009/07/ecological-footprint-xlsx.jpg (Erişim Tarihi: 18.06.2015)

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ? KAYNAKÇASI

Sayfa No	WEB Sayfası
19	http://toraks.dergisi.org/text.php3?id=633 (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
49	http://maycalistaylari.comu.edu.tr/calistay2010_2/sunumlar/danisman/serpil_unyayar_biyoloji.pdf (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
87	http://www.e-kutuphane.teb.org.tr/pdf/eczaciodasiyayinlari/ila_habr-eyll08/7.pdf (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
88	http://www.muglakulturturizm.gov.tr/TR,73678/sigla-yagi-ve-gunluk-kabugu.html (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
99	http://www.csb.gov.tr/gm/tabiat/index.php?Sayfa=sayfahtml&Id=1033 (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
107	http://www.tarimtv.gov.tr/VD223_topraksiz-tarim.html (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
117	http://www.tarimtv.gov.tr/VD225_cicegi-ve-cicek-tablasi-yenen-sebzeler.html (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
117	http://www.tarimtv.gov.tr/HD2968_bu-da-erkek-sinek-pazari.html (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
145	http://www.tramem.org/memeliler/?fsx=2fsdl17@d&tur=Va%C5%9Fak (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
168	http://wwf.panda.org (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
169	http://wwf.panda.org (Erişim Tarihi: 02.04.2015)
185	http://www.nasa.gov (Erişim Tarihi: 02.02.2015)

GÖRSEL KAYNAKÇA

Sayfa No	Görselin Alındığı WEB Sayfası	
	I. ünite	
14-15	www.dreamstime.com	ID: 55515905
16	www.dreamstime.com	ID: 16354315
16	www.dreamstime.com	ID: 7807070
16	www.dreamstime.com	ID: 21554006
16	www.dreamstime.com	ID: 16480350
16	www.dreamstime.com	ID: 28447833
17	http://i.huffpost.com/gen/1042513/thumbs/o-GRENOUILLE-facebook.jpg (04.04.2015)	
17	http://www.ulss.tv.it/Minisiti/microbiologia/Storia-della-microbiologia/contenuti/0/content_files/file38/Friedrich_Miescher%5B1%5D.jpg (04.04.2015)	
18	Yayınevi arşivi	
19	Yayınevi arşivi	
20	www.dreamstime.com	ID: 37027868
20	https://online.science.psu.edu/sites/default/files/biol011/Fig-7-3-Hershey-Chase-Experiments.jpg (04.04.2015)	
21	http://blogs.nature.com/freeassociation/files/2014/04/Watson-Crick-DNA-model.jpg	
21	http://profiles.nlm.nih.gov/ps/access/KRBBJN_.jpg (04.04.2015)	
21	https://manchesterarthistory.files.wordpress.com/2012/10/camilla-pic.jpg (04.04.2015)	
22	www.dreamstime.com	ID: 7621396
22	Yayınevi arşivi	
24	http://www.jbc.org/content/280/24/e21/F1.large.jpg (04.04.2015)	
24	www.dreamstime.com	ID: 7621396
25	Yayınevi arşivi	
26	www.dreamstime.com	ID: 7621396
26	www.dreamstime.com	ID: 7621396
26	www.dreamstime.com	ID: 7621396
26	www.dreamstime.com	ID: 7621396
27	http://academic.pgcc.edu/~kroberts/Lecture/Chapter%207/translation.html (04.04.2015)	
27	Yayınevi arşivi	
28	www.dreamstime.com	ID: 16702207
29	Yayınevi arşivi	
30	http://academic.pgcc.edu/~kroberts/Lecture/Chapter%207/07-06_BidirectionalRep_L.jpg (04.04.2015)	

30	Yayınevi arşivi	
31	www.dreamstime.com	ID: 41664959
32	www.dreamstime.com	ID:2904593
33	Yayınevi arşivi	
33	Yayınevi arşivi	
33	www.dreamstime.com	ID:2904593
33	www.dreamstime.com	ID: 31829112
36	www.dreamstime.com	ID: 499375
37	www.dreamstime.com	ID: 41664959
39	www.dreamstime.com	ID: 41664959
39	www.dreamstime.com	ID: 7621396
40	Yayınevi arşivi	
41	Yayınevi arşivi	
42	www.dreamstime.com	ID: 41664959
42	www.dreamstime.com	ID: 36989577
43	www.dreamstime.com	ID: 36227102
43	http://www.fungalcell.org/fungalcell/sites/sbsweb2.bio.ed.ac.uk.fungalcell/files/images/gallery/Kalkman%20latrunculinB.jpg (04.04.2015)	
44	Yayınevi arşivi	
46	www.dreamstime.com	ID: 30410414
46	www.dreamstime.com	ID: 44457349
46	www.dreamstime.com	ID: 20972716
46	www.dreamstime.com	ID: 7175604
46	www.dreamstime.com	ID: 35224843
47	www.dreamstime.com	ID: 31318656
47	http://f1.trtturk.com/v1data/news/content/1382516595_goldenrice.jpg (04.04.2015)	
47	http://en.wikipedia.org/wiki/Musk_strawberry#mediaviewer/File:Fragaria_moschata_detail.JPG (04.04.2015)	
48	https://s.yimg.com/sw/prod/akp/n/AF025 92487/o/151107280353813872012142.jpg (04.04.2015)	
48	www.dreamstime.com	ID: 28124843
48	www.dreamstime.com	ID: 33173352
48	www.dreamstime.com	ID: 61166248
48	Yayınevi arşivi	
50	www.dreamstime.com	ID: 8744376
50	https://diyspartanbiotech.files.wordpress.com/2014/01/pb055991.jpg (04.04.2015)	
51	www.dreamstime.com	ID: 22507760
52	www.dreamstime.com	ID: 44660759
52	http://pngimg.com/upload/small/sheep_PNG2717.png (04.04.2015)	
52	www.dreamstime.com	ID: 48997879
52	www.dreamstime.com	ID: 22507760
53	http://www.lisebiyoloji.com/resim/lisebiyoloji-biyoteknoloji%20(3).jpg (04.04.2015)	
54	www.dreamstime.com	ID: 29138575
54	www.dreamstime.com	ID: 27447134
54	www.dreamstime.com	ID: 35501468
55	www.dreamstime.com	ID: 30174992
56	www.dreamstime.com	ID: 28291349
56	www.dreamstime.com	ID: 33535421
57	www.dreamstime.com	ID: 41931941
58	www.dreamstime.com	ID: 37402011
59	www.dreamstime.com	ID: 35446700
59	www.dreamstime.com	ID: 36429255
59	www.dreamstime.com	ID: 18270759
59	www.dreamstime.com	ID: 19394578
59	www.dreamstime.com	ID: 35446717
59	www.dreamstime.com	ID: 6694606
59	www.dreamstime.com	ID: 33604445
59	www.dreamstime.com	ID: 4598108
59	www.dreamstime.com	ID: 7322252
60	www.dreamstime.com	ID: 28115703
61	www.dreamstime.com	ID: 29970569
63	http://tr.wikipedia.org/wiki/Anlam_(molek%C3%BCler_biyoloji)#mediaviewer/File:Antisense_DNA_oligonucleotide.png (04.04.2015)	
66	Yayınevi arşivi	

II. ünite

72-73	www.dreamstime.com	ID: 43838276
74	www.dreamstime.com	ID: 35324127
75	www.dreamstime.com	ID: 34313421
76	http://classconnection.s3.amazonaws.com/792/flashcards/1142792/png/rootmeristem1328545100810.png (04.04.2015)	
77	www.dreamstime.com	ID: 5929421
77	http://biology4isc.weebly.com/uploads/9/0/8/0/9080078/6842675_orig.jpg?786 (04.04.2015)	
78	www.dreamstime.com	ID: 19682944

78	http://4.bp.blogspot.com/-xSDvX1hMG0A/VGf7v7k2zYI/AAAAAAAAIFk/ti2IHpSZWSk/s1600/Koca-Katran_jpg.jpg (04.04.2015)	
78	https://bio.rutgers.edu/~gb101/lab7_p_evol/p_evol_graphics/tilia_stem.jpg (07.12.2015)	
79	www.dreamstime.com	ID: 9314524
79	www.dreamstime.com	ID: 41907803
79	http://ccber.ucsb.edu/sites/default/files/Celery_cross_section_0.jpg (04.04.2015)	
79	Yayınevi arşivi	
80	Yayınevi arşivi	
81	https://c1.staticflickr.com/7/6176/6167538966_faf684224b_b.jpg (04.04.2015)	
81	www.dreamstime.com	ID: 14260166
81	www.dreamstime.com	ID: 44807458
81	http://faculty.uca.edu/johnc/RootHairsRadish.jpg (08.12.2015)	
81	www.dreamstime.com	ID: 37714239
82	http://staff.aub.edu.lb/~ns02/images/slides/biol202/DSCN0523.jpg (03.05.2015)	
82	http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Lenticels_on_Poplar_bark.jpg (03.05.2015)	
82	www.dreamstime.com	ID: 28153799
83	www.dreamstime.com	ID: 9726490
83	www.dreamstime.com	ID: 40936503
83	www.dreamstime.com	ID: 13863335
83	Yayınevi arşivi	
84	www.dreamstime.com	ID: 38649688
84	www.dreamstime.com	ID: 24638601
84	http://classconnection.s3.amazonaws.com/592/flashcards/2118592/png/twig-143FB99D2BC06F53283.png (03.05.2015)	
85	www.dreamstime.com	ID: 23363669
85	www.dreamstime.com	ID: 18191062
85	www.dreamstime.com	ID: 20181487
86	www.dreamstime.com	ID: 50680893
86	http://www4.uwsp.edu/biology/courses/botlab/05IIIC-a-xl%20MedicagoStemOld.jpg (08.12.2015)	
86	www.dreamstime.com	ID: 43246184
86	www.dreamstime.com	ID: 21185663
87	www.dreamstime.com	ID: 25338353
87	www.dreamstime.com	ID: 31836052
88	www.dreamstime.com	ID: 34168343
89	Yayınevi arşivi	
89	www.dreamstime.com	ID:2904593
89	www.dreamstime.com	ID: 13370839
89	www.dreamstime.com	ID: 14862648
90	www.dreamstime.com	ID: 20534724
90	www.dreamstime.com	ID: 3576230
90	Yayınevi arşivi	
90	http://s1109.photobucket.com/user/Biology210ubc/media/Lab%202/IMG_4920.jpg.html (03.05.2015)	
90	http://rlv.zcache.ca/sclerenchyma_cells_from_a_cherry_pit-r5acd63f88ceb49569b78c219edfb2630_x7kru_1024.jpg?rlvnet=1 (03.05.2015)	
90	www.dreamstime.com	ID: 2904593
91	www.dreamstime.com	ID: 30231566
91	www.dreamstime.com	ID: 43798990
91	www.dreamstime.com	ID: 9496782
92	Yayınevi arşivi	
92	www.dreamstime.com	ID: 33450831
93	http://www2.mcdaniel.edu/Biology/botf99/hormweb/39-04-EarlyExpPhototrop-L.gif (03.05.2015)	
93	Yayınevi arşivi	
94	Yayınevi arşivi	
94	www.dreamstime.com	ID: 42035454
94	Yayınevi arşivi	
95	www.dreamstime.com	ID: 10688089
96	http://cdn-write.demandstudios.com/upload/6000/300/10/8/66318.jpg (03.05.2015)	
96	www.dreamstime.com	ID: 21223241
96	www.dreamstime.com	ID: 21223241
96	www.dreamstime.com	ID: 45685039
97	Yayınevi arşivi	
97	www.dreamstime.com	ID: 18222179
98	www.dreamstime.com	ID: 35124317
98	www.dreamstime.com	ID: 36122926

98	www.dreamstime.com	ID: 36445372
98	www.dreamstime.com	ID: 47042727
98	www.dreamstime.com	ID: 40324140
98	http://4.bp.blogspot.com/-rTvxiTpWTUU/UPrYUAMI3HI/AAAAAAAAEUc/xagBbbIqk4g/s1600/2013_Jan19b.jpg (03.05.2015)	
98	http://4.bp.blogspot.com/-hvTelc9FUZM/UPrYZfCt4CI/AAAAAAAAEUs/R8YK5z-3MGg/s1600/2013_Jan19d.jpg (03.05.2015)	
99	www.dreamstime.com	ID: 40742705
99	www.dreamstime.com	ID: 46474688
99	www.dreamstime.com	ID: 50390497
99	www.dreamstime.com	ID: 53097723
100	www.dreamstime.com	ID: 13395593
100	www.dreamstime.com	ID: 13395593
100	www.dreamstime.com	ID: 13395593
100	www.dreamstime.com	ID: 17320605
100	www.dreamstime.com	ID: 17320605
100	www.dreamstime.com	ID: 17320605
101	www.dreamstime.com	ID: 31318244
103	www.dreamstime.com	ID: 37071112
103	https://classconnection.s3.amazonaws.com/675/flashcards/683675/png/roo-tgrowth1329492600911.png (03.05.2015)	
104	www.dreamstime.com	ID: 15941309
105	http://classconnection.s3.amazonaws.com/675/flashcards/683675/png/water-nutxyl1329764103727.png (03.05.2015)	
106	http://www.dicyt.com/data/71/26371.jpg (03.05.2015)	
106	Yayınevi arşivi	
107	Yayınevi arşivi	
108	www.dreamstime.com	ID: 40823793
109	Yayınevi arşivi	
110	www.dreamstime.com	ID: 31100778
110	www.dreamstime.com	ID: 4512975
111	Yayınevi arşivi	
111	https://online.science.psu.edu/sites/defa-ult/files/biol011/Fig-9-12-Sieve-Tubes.jpg (03.05.2015)	
112	Yayınevi arşivi	
115	www.dreamstime.com	ID: 4678155
116	www.dreamstime.com	ID: 48635182
116	www.dreamstime.com	ID: 34672207
117	http://www.naturamediterraneo.com/Public/data9/azzurro10/201291122127_Ridimensio-na%20dicapr%20045.jpg (03.05.2015)	
117	www.dreamstime.com	ID: 45599652
117	www.dreamstime.com	ID: 34644194
117	www.dreamstime.com	ID: 30749995
117	www.dreamstime.com	ID: 44207128
117	www.dreamstime.com	ID: 26073319
117	www.dreamstime.com	ID: 24671970
117	http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Juglans_flower_fema-le_20050526_064_part.jpg (03.05.2015)	
118	Yayınevi arşivi	
118	Yayınevi arşivi	
119	www.dreamstime.com	ID: 13364389
119	www.dreamstime.com	ID: 14094846
119	www.dreamstime.com	ID: 5659917
120	Yayınevi arşivi	
121	www.dreamstime.com	ID: 31070578
121	www.dreamstime.com	ID: 33553465
121	http://biology-forums.com/gal-lery/33_25_07_11_1_06_32.jpeg (03.05.2015)	
122	www.dreamstime.com	ID: 17364508
122	www.dreamstime.com	ID: 26910049
122	www.dreamstime.com	ID: 17497833
122	www.dreamstime.com	ID: 22865337
123	https://bishop9396.files.wordpress.com/2011/11/pea-sprouts.jpg (03.05.2015)	
123	www.dreamstime.com	ID: 8456410
123	www.dreamstime.com	ID: 19857994
124	www.dreamstime.com	ID: 13441974
125	http://www.ecocert.com.tr/sites/www.ecocert.com.tr/files/TR%20Logo%20343w_0.jpg (03.05.2015)	
125	www.dreamstime.com	ID: 41379554
126	www.dreamstime.com	ID:2904593
126	www.dreamstime.com	ID: 36740254
126	www.dreamstime.com	ID: 19540484

126 www.dreamstime.com ID: 39735193

126 www.dreamstime.com ID: 50014490

127 www.dreamstime.com ID: 18556628

127 www.dreamstime.com ID: 27678577

127 www.dreamstime.com ID:2904593

127 http://www.google.com.tr/imgres?im-
gurl=https%3A%2F%2Fclassconnection.
s3.amazonaws.com%2F761%2Fflas-
hcards%2F4101761%2Fjpg%2Fma-
d0344x_09_06-141DDE780EA03846B7A.
jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.
studyblue.com%2Fnotes%2Fnote%2Fn%2F-
chapter-9-plant-organization-mcq--oe%2F-
deck%2F8202989&h=1606&w=2933&tb-
nid=8drIuEdYZ7YYjM%3A&zo-
om=1&docid=vQUIqn3XSeqAkM&ei=At-O-
VNTaFcT4yQP4oICYAg&tbm=isch&ved=0C-
CQQMygLMAs&iact=rc&uact=3&dur=1292&-
page=1&start=0&ndsp=24 (03.05.2015)

129 www.dreamstime.com ID: 43014433

132 Yayınevi arşivi

134 www.dreamstime.com ID: 37071112

135 www.dreamstime.com ID: 24611335

III. ünite

138-139 www.dreamstime.com ID: 41846470

140 www.dreamstime.com ID: 7490361

141 www.dreamstime.com ID: 13007211

141 www.dreamstime.com ID: 6268096

142 Yayınevi arşivi

142 www.dreamstime.com ID: 23361441

144 www.dreamstime.com ID: 32862830

144 www.dreamstime.com ID: 28686515

144 Yayınevi arşivi

145 www.dreamstime.com ID: 13466980

146 www.dreamstime.com ID: 39020200

146 www.dreamstime.com ID: 16443535

146 www.dreamstime.com ID: 27288029

146 https://www.nudge.nl/media/uploads/zinnia/
rhizobium1.jpg (01.06.2015)

146 www.dreamstime.com ID: 30328253

147 http://www.warrenphotographic.co.uk/pho-
tography/bigs/01080-Crocodile-with-Egypti-
an-Plover.jpg (01.06.2015)

147 www.dreamstime.com ID: 21742481

147 www.dreamstime.com ID: 39628840

148 http://farm8.static.flickr.
com/7285/8741970596_0a3b1b98c8.jpg
(01.06.2015)

148 www.dreamstime.com ID: 50032937

148 www.dreamstime.com ID: 40440498

148 www.dreamstime.com ID: 574467

148 www.dreamstime.com ID: 43059490

149 www.dreamstime.com ID: 38732893

149 www.dreamstime.com ID: 23611733

149 www.dreamstime.com ID: 28242

149 www.dreamstime.com ID: 37610070

150 http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/
zombi-karincalar (01.06.2015)

151 www.dreamstime.com ID: 6917115

152 www.dreamstime.com ID: 38300883

152 Yayınevi arşivi

153 www.dreamstime.com ID: 45003705

153 Yayınevi arşivi

154 www.dreamstime.com ID:2904593

156 www.dreamstime.com ID: 2909525

156 www.dreamstime.com ID: 5023861

157 www.dreamstime.com ID: 29444360

158 www.dreamstime.com ID: 45477302

158 www.dreamstime.com ID: 33556579

158 www.dreamstime.com ID: 22566666

158 www.dreamstime.com ID: 40758786

158 www.dreamstime.com ID: 31740221

158 www.dreamstime.com ID: 16232184

163 http://www.unfpa.org/sites/default/files/
pub-pdf/EN-SWOP14-Report_FINAL-web.pdf
(07.12.2015)

164 https://rankingamerica.files.wordpress.
com/2009/07/ecological-footprint-xlsx.jpg
(07.12.2015)

164 Sadava, D., Hillis, D.M., Heller, H.C. ve Beren-
baum, M. (2009). Life: The Science of Biology.
(Ninth Edition). Sinauer Associates Inc. p.1182.
(01.06.2015)

165 Campbell. N.A., & Reece, J. B. (2008). Biyoloji (Altıncı Baskı) (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Demirsoy, A., Türkan, İ.). Palme Yayıncılık. p. 1170. (01.06.2015)

165 http://www.tuik.gov.tr (18.06.2015)

166 http://www.tuik.gov.tr (18.06.2015)

167 http://www.fotografturk.com/likya-orkide-si-ophrys-iycia-p316729 (01.06.2015)

167 http://www.topragizbiz.com/resim/images/anadoluiu.jpg (01.06.2015)

167 www.dreamstime.com ID: 14659677

167 www.dreamstime.com ID: 40114631

167 www.dreamstime.com ID: 7217384

168 www.dreamstime.com ID: 36722027

168 www.dreamstime.com ID: 21642138

168 www.dreamstime.com ID: 41400879

168 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/2/24/WWF_logo.svg/690px-WWF_logo.svg.png (01.06.2015)

168 www.dreamstime.com ID: 16441632

168 www.dreamstime.com ID: 30159552

168 www.dreamstime.com ID: 30277864

168 http://ebulten.library.atilim.edu.tr/shares//images/IMG_5860.JPG

168 http://www.akdenizkoruma.org.tr/site/24538/uploads/sized/2014/49/07b8d06cc10e-2c34f5ef857c9166f0f3-9000x9000.jpg (01.06.2015)

169 www.dreamstime.com ID: 8601597

169 www.dreamstime.com ID: 25981588

169 www.dreamstime.com ID: 9700286

169 www.dreamstime.com ID: 30848966

169 http://images.nationalgeographic.com/wpf/media-live/photos/000/004/cache/black-footed-ferret_465_600x450.jpg (01.06.2015)

169 www.dreamstime.com ID: 7974200

169 www.dreamstime.com ID: 28447833

169 www.dreamstime.com ID: 7807070

170 www.dreamstime.com ID: 25140843

171 www.dreamstime.com ID:2904593

IV. ünite

180-181 www.dreamstime.com ID: 17023877

182 www.dreamstime.com ID: 31110161

183 http://microfour.files.wordpress.com/2012/06/maggots1.jpg (28.06.2015)

184 www.dreamstime.com ID: 8882628

184 Yayınevi arşivi

184 www.dreamstime.com ID: 35978695

185 www.dreamstime.com ID: 7991167

186 Yayınevi arşivi

186 www.dreamstime.com ID: 9359048

188 www.dreamstime.com ID: 41957578

188 www.dreamstime.com ID: 15470470

188 http://www.cankaya.bel.tr/images/MTA-MÜZESİ_ANADOLU-FİLİ-FOSİLİ-2010-01-11.jpg (28.06.2015)

188 www.dreamstime.com ID: 44014630

188 www.dreamstime.com ID: 16263034

188 www.dreamstime.com ID: 29876042

189 Yayınevi arşivi

191 www.dreamstime.com ID: 19235678

191 www.dreamstime.com ID: 22689198

191 www.dreamstime.com ID: 3683852

191 www.dreamstime.com ID: 22506936

191 www.dreamstime.com ID: 6852921

191 www.dreamstime.com ID: 11785856

191 www.dreamstime.com ID: 10321096

191 www.dreamstime.com ID: 16825849

191 www.dreamstime.com ID: 5204535

192 www.dreamstime.com ID: 26082582

192 www.dreamstime.com ID: 9772824

192 www.dreamstime.com ID: 21706615

192 www.dreamstime.com ID: 26154642

192 www.dreamstime.com ID: 9870270

192 www.dreamstime.com ID: 30295994

192 www.dreamstime.com ID: 33432430

192 www.dreamstime.com ID: 31106885

192 www.dreamstime.com ID: 10895395

192 www.dreamstime.com ID: 11962375
192 www.dreamstime.com ID: 40697394
192 www.dreamstime.com ID: 22942407
192 www.dreamstime.com ID: 41895801
192 www.dreamstime.com ID: 21604101
192 www.dreamstime.com ID: 41750914
192 www.dreamstime.com ID: 28380611
192 www.dreamstime.com ID: 36408470
192 www.dreamstime.com ID: 16825261
194 http://cdn4.sci-news.com/images/2012/04/image_280.jpg (28.06.2015)
196 www.dreamstime.com ID: 33582272
197 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a5/Jean-Baptiste_de_Lamarck.jpg (28.06.2015)
198 Yayınevi arşivi
198 www.dreamstime.com ID: 3994838
198 www.dreamstime.com ID: 3994838
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
198 www.dreamstime.com ID: 21977690
199 http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fd%2Fd2%2FCoquina_variation3.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FDonax_variabilis&h=3000&w=3000&tbnid=TRHZ2dqn_AqzZM%3A&zoom=1&docid=W1oOcNPsKMyvCM (28.06.2015)
199 http://www.oel-bild.de/Bilder/Charles-Darwin.jpg (28.06.2015)
200 www.dreamstime.com ID: 15497151
201 www.dreamstime.com ID: 14359028
201 www.dreamstime.com ID: 18424484
201 www.dreamstime.com ID: 39794488
201 www.dreamstime.com ID: 32352319
201 www.dreamstime.com ID: 24051396
201 www.dreamstime.com ID: 32352320
201 www.dreamstime.com ID: 28904724
201 www.dreamstime.com ID: 18424484
201 www.dreamstime.com ID: 25181765
201 www.dreamstime.com ID: 37059769
201 www.dreamstime.com ID: 33692834
201 www.dreamstime.com ID: 37354207
201 www.dreamstime.com ID: 25359942
201 www.dreamstime.com ID: 38903160
201 www.dreamstime.com ID: 32202482
202 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cb/Maize-teosinte.jpg (28.06.2015)
202 www.dreamstime.com ID: 2951600
202 Yayınevi arşivi
203 http://fc00.deviantart.net/fs70/i/2013/219/b/a/megalapteryx_didinus__upland_moa_by_pachyornis-d6h1szq.jpg (28.06.2015)
203 http://swiatzwierzatek2.blog.pl/files/2014/06/tygrysek1.jpg (28.06.2015)
203 http://fc03.deviantart.net/fs70/i/2012/239/5/e/smilodon_manip_by_pookyns_5-d5coqu6.jpg (28.06.2015)
203 www.dreamstime.com ID: 33069685
204 https://kevsernuremreee.files.wordpress.com/2013/11/2296.jpg (28.06.2015)